

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-177989

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 4 N 7/32

識別記号

F I

H 0 4 N 7/137

Z

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平10-269386

(22) 出願日 平成10年(1998) 9月24日

(31) 優先権主張番号 08/948442

(32) 優先日 1997年10月10日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(31) 優先権主張番号 09/008281

(32) 優先日 1998年1月16日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSIN
ESS MASCHINES CORPO
RATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 チャールズ・イー・ボイス

アメリカ合衆国13760、ニューヨーク州エ
ンディコット、スミスフィールド・ドライ
ブ 111

(74) 代理人 弁理士 坂口 博 (外1名)

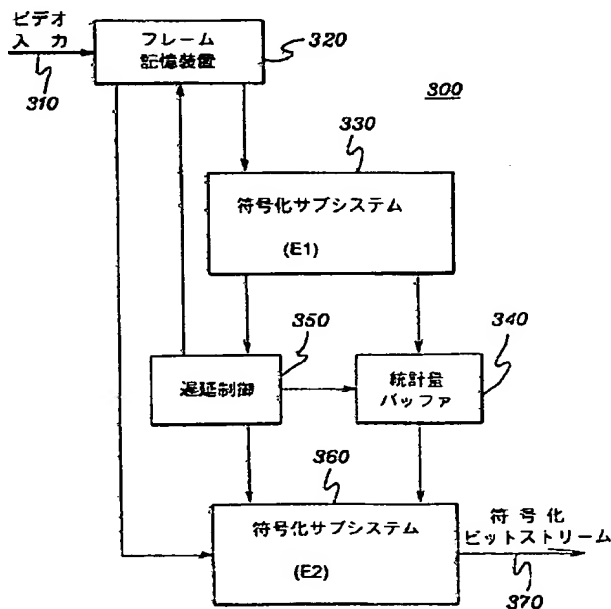
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2つのエンコーダ及び統計分析を使用するビデオ・シーケンスのリアルタイム符号化方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】リアルタイムVBRビデオ符号化システムを提供することによって高い圧縮率を得ながら符号化ビデオ・シーケンスのピクチャ品質を向上させる。

【解決手段】ビデオ・フレームのシーケンスをハードウェア、ソフトウェア、又はそれらの組合せによりリアルタイムで適応的に符号化するための方法、システム、及びコンピュータ・プログラム製品が提供される。第1符号化サブシステムがビデオ・フレームのシーケンスを分析して、動き統計量、非動き統計量、シーン変化統計量、又はシーン・フェーディング統計量のような、その少なくとも1つの特性に関する情報を導出する。収集された情報はフレーム内特性又はフレーム間特性であってもよい。制御プロセッサが第1符号化サブシステムに結合されてその収集された情報をリアルタイムで自動的に分析し、制御パラメータのセットを動的に生じさせる。制御プロセッサに結合された第2符号化サブシステムが、制御パラメータの対応するセットを使用してビデオ・フレームのシーケンスの各フレームを符号化する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ビデオ・フレームのシーケンスを符号化するための方法にして、

(a) 第1符号化サブシステムを使用して、ビデオ・フレームのシーケンスを分析し、シーン変化、ピクチャ品質、使用ビット、目標ビット・レート、及びピクチャ・タイプのうちの少なくとも1つを含む少なくとも1つの特性に関する情報を導出するステップと、

(b) 前記少なくとも1つの特性を自動的に処理して、ビデオ・フレームのシーケンスの符号化で使用される少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を生成するステップと、

(c) 第2符号化サブシステムで前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を使用して前記ビデオ・フレームのシーケンスを符号化する符号化ステップと、を含む方法。

【請求項2】前記少なくとも1つの特性はシーン変化を含み、

前記ステップ(b)はシーン変化に対して各フレームを自動的に評価し、シーン変化の検出時には、前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を決定する場合、前記ビデオ・フレームのシーケンスにおける先行フレームからの情報を無視することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】前記少なくとも1つの特性は更にピクチャ品質を含み、

前記ステップ(b)は、シーン変化が検出されなかった各フレームについて、前記ピクチャ品質を事前定義の閾値と自動的に比較することを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項4】前記ステップ(b)は、更に、前記ステップ(c)で各フレームを符号化するためのビットの数を前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも低い場合には増加し、前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも高い場合には減少するように、前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を設定するステップを含むことを特徴とする請求項3に記載の方法。

【請求項5】前記少なくとも1つの制御可能なパラメータは量子化パラメータを含み、

各フレームに対して、前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも低い場合、前記量子化パラメータは、前記ビデオ・フレームのシーケンスにおける先行フレームの先行量子化パラメータから、新しい平均量子化パラメータ及び先行平均量子化パラメータの間の差を減じたものとして定義され、

前記新しい量子化パラメータは現フレームを含む現シーンのすべてのフレームに対する平均量子化パラメータを含み、前記先行平均量子化パラメータは現フレームの前までの現シーンのすべてのフレームに対する平均量子化パラメータを含み、

前記ピクチャ品質が前記閾値よりも高い場合、前記量子化パラメータは前記先行平均量子化パラメータと前記新しい平均量子化パラメータ及び前記先行平均量子化パラメータの差との和として定義されることを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項6】前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値をバッファするステップと、

現フレーム及びそれに対応する少なくとも1つの制御可能なパラメータの値が前記第2符号化サブシステムに同時に供給されるように、前記バッファするステップに同期して前記ビデオ・フレームのシーケンスを遅延させるステップと、

を更に含むことを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項7】ビデオ・フレームのシーケンスを符号化するためのシステムにして、

ビデオ・フレームのシーケンスを分析し、シーン変化、ピクチャ品質、使用ビット、目標ビット・レート、及びピクチャ・タイプのうちの少なくとも1つを含む少なくとも1つの特性に関する情報を導出する第1符号化サブシステムと、

前記第1符号化サブシステムに接続され、前記少なくとも1つの特性に関する情報を処理してビデオ・フレームのシーケンスの符号化において使用される少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を生成する制御プロセッサと、

前記制御プロセッサに接続され、前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を受け取り、該値を使用して前記ビデオ・フレームのシーケンスを符号化し、符号化ビデオ・データのビットストリームを発生する第2符号化サブシステムと、を含むシステム。

【請求項8】前記符号化ビデオ・データのビットストリームは可変ビット・レート又は固定ビット・レートのビットストリームを含むことを特徴とする請求項7に記載のシステム。

【請求項9】前記少なくとも1つの特性はシーン変化を含み、

前記制御プロセッサは前記ビデオ・フレームのシーケンスの各フレームを前記シーン変化について自動的に監視し、シーン変化の検出時に、前記ビデオ・フレームのシーケンスにおける1つ又は複数の先行フレームからの情報を無視して、前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を決定する手段を含むことを特徴とする請求項7に記載のシステム。

【請求項10】前記少なくとも1つの特性は更にピクチャ品質を含み、

前記制御プロセッサは、シーン変化が検出されなかった各フレームについて、そのピクチャ品質を事前定義の閾値と自動的に比較するための手段を含むことを特徴とする請求項9に記載のシステム。

【請求項 11】前記制御プロセッサは、更に、前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも低い場合、各フレームの符号化において前記第 2 符号化サブシステムによって使用されるビットの数が増加されるように、及び前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも高い場合、前記ビットの数が減少されるように、前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値を自動的に設定するための手段を含むことを特徴とする請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 12】前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータは量子化パラメータを含み、各フレームに対して、前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも低い場合、前記制御プロセッサは、前記量子化パラメータを、ビデオ・フレームのシーケンスにおける先行フレームの先行量子化パラメータから、新しい平均量子化パラメータ及び先行平均量子化パラメータの間の差を減じたものとして定義するための手段を含み、前記新しい平均量子化パラメータは現フレームを含む現シーンのすべてのフレームに対する平均量子化パラメータを含み、前記先行平均量子化パラメータは現フレームの前までの現シーンのすべてのフレームに対する平均量子化パラメータを含み、前記ピクチャ品質が前記閾値よりも高い場合、前記制御プロセッサは前記量子化パラメータを、前記先行量子化パラメータと前記新しい平均量子化パラメータ及び前記先行平均量子化パラメータの間の差との和として定義するための手段を含むことを特徴とする請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 13】前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値をバッファするための手段と、現フレーム及びそれに対応する少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値が前記第 2 符号化サブシステムに同時に供給されるように、前記値のバッファリングと同期して前記ビデオ・フレームのシーケンスを遅延させるための手段とを更に含むことを特徴とする請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 14】コンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を有するコンピュータ使用可能媒体を含み、ビデオ・フレームのシーケンスを符号化する場合に使用するためのコンピュータ・プログラム製品にして、前記コンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段は、コンピュータに、前記ビデオ・フレームのシーケンスを分析させて、シーン変化、ピクチャ品質、使用ビット、目標ビット・レート、及びピクチャ・タイプのうちの少なくとも 1 つを含む少なくとも 1 つの特性に関する情報を導出するための第 1 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、コンピュータに、前記少なくとも 1 つの特性を自動的に処理させてビデオ・フレームのシーケンスの符号化で使

用される少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値を生成するための第 2 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、

前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値を使用して、コンピュータに、前記ビデオ・フレームのシーケンスを符号化させる第 3 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、を含むことを特徴とするコンピュータ・プログラム製品。

10 【請求項 15】前記少なくとも 1 つの特性はシーン変化を含み、前記第 2 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段はコンピュータに、各フレームをシーン変化について自動的に監視させ、シーン変化の検出時に、ビデオ・フレームのシーケンスにおける先行フレームからの情報を無視して前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値を決定するための手段を含むことを特徴とする請求項 14 に記載のコンピュータ・プログラム製品。

20 【請求項 16】前記少なくとも 1 つの特性は更にピクチャ品質を含み、前記第 2 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段は、シーン変化が検出されない各フレームに対してコンピュータに、当該フレームのピクチャ品質を事前定義の閾値と自動的に比較させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を含むことを特徴とする請求項 15 に記載のコンピュータ・プログラム製品。

30 【請求項 17】前記第 2 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段は、更に、前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも低い場合、各フレームの符号化において使用されるビットの数が増加されるように、及び前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも高い場合、前記ビットの数が減少されるように、コンピュータに、前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値を自動的に設定させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を含むことを特徴とする請求項 16 に記載のコンピュータ・プログラム製品。—

40 【請求項 18】前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータは量子化パラメータを含み、各フレームに対して、前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも低い場合、前記量子化パラメータは、ビデオ・フレームのシーケンスにおける先行フレームの先行量子化パラメータから、新しい平均量子化パラメータ及び先行平均量子化パラメータの間の差を減じたものとして前記第 2 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段によって定義され、前記新しい平均量子化パラメータは現フレームを含む現シーンのすべてのフレームに対する平均量子化パラメータを含み、前記先行平均量子化パラメータは現フレームの前までの現シーンのすべてのフレームに対する平均量

子化パラメータを含み、

前記ピクチャ品質が前記閾値よりも高い場合、前記量子化パラメータは、前記先行量子化パラメータと前記新しい平均量子化パラメータ及び前記先行平均量子化パラメータの間の差との和として定義されることを特徴とする請求項 17 に記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項 19】前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値をバッファし、現フレーム及びそれに対応する少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値の同時利用可能性を保証するために、コンピュータに、前記値のバッファリングと同期して前記ビデオ・フレームのシーケンスを遅延させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を更に含むことを特徴とする請求項 17 に記載のコンピュータ・プログラム製品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、概して云えば、デジタル・ビジュアル・イメージの圧縮に関するものであり、更に詳しく云えば、1 つ又は複数の制御可能な符号化パラメータをフレーム毎に又はフレーム内で動的に変更するためにビデオ・シーケンスから導出されたイメージ統計を使用してそのビデオ・シーケンスをリアルタイムで符号化するための技法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】過去の 10 年において、世界的な電子通信システムの出現は、人々が情報を送信及び受信できる手段を強化させている。特に、リアルタイム・ビデオ及びオーディオ・システムの機能は最近の数年間で非常に改良されている。ビデオ・オン・デマンド及びテレビ会議のようなサービスを加入者に提供するためには、莫大な量のネットワーク帯域幅が必要とされる。事実、ネットワーク帯域幅はそのようなシステムの実効性において主な阻害要因となることが多い。

【0003】ネットワークによって課せられた制約を克服するために、圧縮方式が出現している。これらの方式は、ピクチャ・シーケンスの中の冗長性を取り除くことによって、送信を要するビデオ及びオーディオ・データの量を減少させるものである。受信エンドにおいて、ピクチャ・シーケンスが圧縮解除され、リアルタイムで表示可能である。

【0004】最近出現したビデオ圧縮標準の一例は、動画エキスパート・グループ (MPEG) 標準である。その MPEG 標準では、所与のピクチャ内及びピクチャ相互間の両方におけるビデオ圧縮が定義されている。ピクチャ内のビデオ圧縮は、離散コサイン変換、量子化、及び可変長符号化により、時間ドメインから周波数ドメインにデジタル・イメージを変換することによって達成される。ピクチャ相互間のビデオ圧縮は、動き推定及び補償と呼ばれるプロセスを介して達成される。そのプロセスでは、1 つのピクチャから他のピクチャへの一組の

画素 (ペル) の変換を記述するために、動きベクトル及び差分データが使用される。

【0005】ISO MPEG-2 標準は、ビット・ストリームのシンタックス及び復号プロセスのセマンティックスだけを指定する。符号化パラメータの選択及び性能対複雑性におけるトレードオフがエンコーダ開発者に残されている。

【0006】符号化プロセスの 1 つの局面は、ビデオのディテール及び品質を維持しながらデジタル・イメージをできるだけ小さいビットストリームに圧縮することである。MPEG 標準はビットストリームのサイズに関する制限を設け、エンコーダが符号化プロセスを遂行することができることを必要とする。従って、所望のピクチャ品質及びディテールを維持するためにビット・レートを単純に最適化することは困難であることがある。

【0007】例えば、ビット・レートはビット/秒で定義される。符号化されるピクチャのフレーム・レート及びタイプに基づいて、1 ピクチャ当たり、複数のビットが割り振られる。6,000,000 ビット/秒 (6 Mbps) 及び 30 ピクチャ・フレーム/秒の時、ビットが一律に割り振られるものと仮定すると、各ピクチャには 200,000 ビットを割り振られることになる。1350 個のマクロブロックを有する 720×480 ピクチャの場合、これはマクロブロック当たり 148 ビットの割り振りとなる。従って、シーン変化及びアクション・ビデオの場合、ビット・レートは、マクロブロック相互間又はフレーム相互間の激しい変化によってビット・レートを急速に使い果たしてしまうことがある。その結果、ピクチャの品質及びディテールが損なわれることがある。

【0008】所望のピクチャ品質を得ながら最高の圧縮量を得るためには、ビデオ圧縮は先進技術を必要とする。可変ビット・レート (VBR) 符号化はビデオ圧縮におけるオプションであり、これは各圧縮されたピクチャがピクチャ内及びピクチャ間の特性の複雑度に基づいて異なるビット量を持つことを可能にする。例えば、所望のピクチャ品質を得るためには、簡単なピクチャ内容 (カラー・テスト・パターンのような) を持ったシーンは、符号化のためには、複雑なピクチャ内容 (混雑した街路のような) を持ったシーンよりもかなり少ないビットしか必要としないであろう。ビデオを特徴付けるために必要とされる情報の量のために、及び情報を解釈して符号化プロセスを効果的に強化させるために必要とされるアルゴリズムの複雑性のために、VBR 符号化は、2 つ以上のパスの非リアルタイム符号化プロセスによって行われるのが一般的である。第 1 のパスでは、統計が収集及び分析され、第 2 パスでは、符号化プロセスを制御するために、その分析の結果が使用される。これは高品質の符号化を生じさせるけれども、リアルタイム・オペレーションを可能にするものではない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、リアルタイム VBR ビデオ符号化システムを提供することによって高い圧縮率を得ながら符号化ビデオ・シーケンスのピクチャ品質を向上させようとするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】要約すれば、本発明は、1つの局面では、フレーム・シーケンスを符号化するための方法より成る。その方法は、ビデオ・フレームのシーケンスを分析し、シーン変化、ピクチャ品質、使用ビット、目標ビット・レート、及びピクチャ・タイプの少なくとも1つである少なくとも1つの特性に関する情報を導出するために第1符号化サブシステムを使用するステップ、ビデオ・フレームのシーケンスの符号化において使用される少なくとも1つの制御可能なパラメータに対する値を生じさせるために前記少なくとも1つの特性をリアルタイムで自動的に処理するステップと、第2符号化サブシステムを使用してビデオ・フレームのシーケンスを符号化し、前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を使用して符号化ビデオ・データのビットストリームを生じさせるステップとを含む。

【0011】もう1つの局面では、本発明は、一連のビデオ・フレームを符号化するためのシステムを含む。そのシステムは第1符号化サブシステム、制御プロセッサ、及び第2符号化サブシステムを含む。第1符号化サブシステムは、ビデオ・フレームのシーケンスを分析してその少なくとも1つの特性に関する情報を導出するために使用される。その少なくとも1つの特性は、シーン変化、ピクチャ品質、使用ビット、目標ビット・レート、及びピクチャ・タイプのうちの少なくとも1つを含む。制御プロセッサは、少なくとも1つの特性に関する情報をリアルタイムで自動的に処理するために第1符号化サブシステムに結合され、ビデオ・フレームのシーケンスを符号化する場合に使用される少なくとも1つの制御可能なパラメータに対する値を生じさせる。第2符号化サブシステムは、少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を受け取るために制御プロセッサに結合される。第2符号化サブシステムは、少なくとも1つの制御可能なパラメータの対応する値を使用してビデオ・フレームのシーケンスの各フレームを符号化し、それによって、符号化ビデオ・データのビットストリームを生じさせる。

【0012】更なる局面では、本発明は、ビデオ・フレームのシーケンスを符号化する場合に使用するためのコンピュータ読取り可能なプログラム・コード手段を有するコンピュータで使用可能な媒体を含むコンピュータ・プログラム製品より成る。そのコンピュータ・プログラム製品におけるコンピュータ読取り可能なプログラム・コード手段は、次のようなことをコンピュータに実行させるためのコンピュータ読取り可能プログラム・コード

手段を含む。そのプログラム・コード手段は、ビデオ・フレームのシーケンスを分析させ、シーン変化、ピクチャ品質、使用ビット、目標ビット・レート、及びピクチャ・タイプのうちの少なくとも1つを含む少なくとも1つの特性に関する情報を導出させ、ビデオ・フレームのシーケンスを符号化する場合に使用される少なくとも1つの制御可能なパラメータに対する値を生じさせるために少なくとも1つの特性を自動的に処理させ、符号化されたビデオ・データのビットストリームを生じさせるために少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を使用してビデオ・フレームのシーケンスを符号化させる。

【0013】一般的に云って、本発明の原理による符号化は、特に低いビット・レートでは、非適応性のエンコーダ・システムに比べて改良されたピクチャ品質を生じる。これは、例えば、フレーム間及びフレーム内の適応ビット割振りを使用することが低いビット・レート符号化では高いビット・レート符号化に比べてよりクリティカルであるためである。本発明は、2つのエンコーダ及びリアルタイム統計処理を使用するリアルタイム・ビデオ・データ符号化方法を提供する。統計処理は、第1エンコーダと第2エンコーダとの間に結合されたプロセッサにおいて達成され、第1エンコーダによって発生された統計を分析して第2エンコーダのための符号化パラメータを発生させる。次に、第2エンコーダが、その符号化パラメータを使用して高品質の、高度に圧縮されたビデオ・ストリームを供給する。MPEG-2 標準が仮定されるが、本願に示される概念は、他の標準にも適用し得るものである。本発明の符号化技法は、固定ビット・レート (CBR) モードにおけるデコード・ビデオ・シーケンスの半固定ピクチャ品質、或いは可変ビット・レート (VBR) 符号化モードにおける固定ピクチャ品質を保証し得るものである。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明は、例えば、「情報テクノロジー 動画及び関連のオーディオ情報に関する汎用符号化:ビデオ (Information Technology- Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video)」と題した H. 262、ISO/IEC 13818-2、ドラフト国際標準、1994の勧告 ITU-T に記述されているような MPEG 準拠エンコーダ及び符号化プロセスに関するものである。そのエンコーダによって遂行される符号化機能は、データ入力、空間圧縮、動き推定、マクロブロック・タイプ発生、データ再構成、エントロピ符号化、及びデータ出力を含む。空間圧縮は、離散コサイン変換 (DCT)、量子化、及びエントロピ符号化を含む。時間圧縮は、逆離散コサイン変換、逆量子化、及び動き補償のような集散的再構成処理を含む。動き推定及び補償は時間圧縮機能のために使用される。空間圧縮及び時間圧縮は高度の計算要件を持った反復機能である。

【0015】更に詳しく云えば、本発明は、例えば、離散コサイン変換、量子化、エントロピ符号化、動き推定、動き補償、及び予測を含む空間及び時間圧縮を遂行するためのプロセスに関するものであり、特に、空間及び時間圧縮を達成するためのシステムに関するものである。

【0016】第1圧縮ステップは、空間冗長性の除去、例えば、「I」フレーム・ピクチャの静止画における空間冗長性の除去である。空間冗長性はピクチャ内の冗長性である。MPEG-2ドラフト標準は、空間冗長性を減少させるブロック・ベースの方法を使用しようとするものである。選択の方法は、離散コサイン変換及びピクチャの離散コサイン変換符号化である。離散コサイン変換符号化は加重スカラ量子化及びランレンクス符号化と結合され、望ましい圧縮を達成する。

【0017】離散コサイン変換は直交変換である。直交変換は、周波数ドメインの解釈を有するため、フィルタ・バンク指向である。離散コサイン変換も局所化される。即ち、符号化プロセスは、64個の変換係数又はサブ・バンドを計算するに十分な8×8空間ウィンドウでサンプルする。

【0018】離散コサイン変換のもう1つの利点は、速い符号化及び復号アルゴリズムが使用可能であることである。更に、離散コサイン変換のサブバンド分解は、心理的な視覚特性の効果的な使用を可能にしている。

【0019】変換後、周波数係数の多く、特に、高い空間周波数に対する係数はゼロである。これらの係数はジグザグ状に又は交互走査パターン状に編成され、ラン・振幅（ラン・レベル）の対に変換される。各対はゼロ係数の数及び非ゼロ係数の振幅を表す。これは可変長符号で符号化される。

【0020】動き補償は、ピクチャ間の冗長性を減少させるために或いは除去するために使用される。動き補償は、現在のピクチャをブロックに、例えば、マクロブロックに分けること、しかる後、同様な内容を持った近くのブロックを求めて以前に伝送されたピクチャを探索することによって時間冗長性を利用する。現在のブロック・ペルと参照ピクチャから抽出された予測ブロック・ペルとの間の差分だけが伝送のために実際に圧縮され、しかる後、伝送される。

【0021】動き補償及び予測の最も簡単な方法は、「I」ピクチャにおけるすべてのペルの輝度及び色差を記録し、しかる後、後続のピクチャにおける各ピクセルに対する輝度及び色差の変化を記録することである。しかし、これは、オブジェクトがピクチャ間で動くため、即ち、ピクセル内容が1つのピクチャにおける1つのロケーションから後続のピクチャにおける異なるロケーションに動くため、伝送媒体帯域幅、メモリ、プロセッサ能力、及び処理時間の面で不経済である。更に進んだ考えは先行ピクチャ又は後続ピクチャを使用して、ピクセル

ルのブロックが、後続のピクチャ又は先行のピクチャの何処にあるかを、例えば、動きベクトルを使って予測し、その結果を「予測ピクチャ」、又は「P」ピクチャとして書くということである。更に詳しく云えば、これは、i番目のピクチャのピクセル又はピクセルのマクロブロックがi-1番目のピクチャ又はi+1番目のピクチャ内の何処にあるかに関して最良の推定又は予測を行うことを伴う。後続及び先行のピクチャの両方を使用して、ピクセルのブロックが中間ピクチャ又は「B」ピクチャ内の何処にあるかを予測することも行われる。

【0022】ピクチャ符号化順序及びピクチャ伝送順序が必ずしもピクチャ表示順序に一致しないことは注意すべきことである（図2参照）。I-P-Bシステムの場合、入力ピクチャ伝送順序は符号化順序とは異っており、入力ピクチャは符号化のために使用されるまで一時的に記憶されなければならない。バッファはこの入力、それが使用されるまで記憶する。

【0023】図1には、MPEG準拠符号化の一般化したフローチャートが示される。そのフローチャートにおいて、i番目のピクチャ及びi+1番目のピクチャのイメージが動きベクトルを発生するために処理される。動きベクトルは、ピクセルのマクロブロックが先行又は後続のピクチャ内の何処にあるかを予測する。動きベクトルの使用は、MPEG標準における時間圧縮の必須の要件である。図1に示されるように、動きベクトルは、一旦発生されると、i番目のピクチャからi+1番目のピクチャへのピクセルのマクロブロックの変換に使用される。

【0024】図1に示されるように、符号化プロセスでは、i番目のピクチャ及びi+1番目のピクチャのイメージがエンコーダ11において処理され、例えば、i+1番目のピクチャ及びそれに後続するピクチャが符号化されそして伝送される形式である動きベクトルを発生する。後続ピクチャの入力イメージ111はエンコーダの動き推定ユニット43に進む。動きベクトル113は動き推定ユニット43の出力として形成される。これらのベクトルは動き補償ユニット41によって使用され、このユニットによる出力のために、「参照」データと呼ばれるマクロブロック・データを先行ピクチャ又は後続ピクチャから検索する。動き補償ユニット41の1つの出力は、動き推定ユニット43からの出力と負の和をとられ、離散コサイン変換器21に進む。離散コサイン変換器21の出力は量子化器23において量子化される。量子化器23の出力は2つの出力121及び131に分けられる。一方の出力121は、伝送前の更なる圧縮及び処理のために、ラン・レンクス・エンコーダのような下流エレメント25に進む。他方の出力131は、フレーム・メモリ42に記憶するためにピクセルの符号化されたマクロブロックの再構成に進む。例示のエンコーダでは、この第2出力131は、差分マクロブロック（M

B) を非可逆的に再構成するために、逆量子化器 29 及び逆離散コサイン変換器 31 を通過する。このデータは動き補償ユニット 41 の出力との和をとられ、再構成された現マクロブロック・データをフレーム・メモリ 42 に戻す。

【0025】図 2 に示されるように、3 つのタイプのピクチャがある。全体を符号化されて伝送され、動きベクトルが定義される必要のない「イントラ符号化ピクチャ」又は「I」ピクチャがある。これらの「I」ピクチャは動き推定のための参照イメージとして働く。先行ピクチャからの動きベクトルによって形成され、更なるピクチャに対する動き推定のための参照イメージとして働き得る「予測符号化ピクチャ」又は「P」ピクチャがある。最後に、他の 2 つのピクチャ、即ち、1 つの過去のピクチャ及び 1 つの将来のピクチャからの動きベクトルを使用して形成され、動き推定のための参照イメージとして働き得ない「双方向予測符号化ピクチャ」又は「B」ピクチャがある。動きベクトルは「I」ピクチャ及び「P」ピクチャから発生され、「P」ピクチャ及び「B」ピクチャを形成するために使用される。

【0026】図 3 に示される動き推定を行う 1 つの方法は、最良一致マクロブロック 213 を見つけるために、 i 番目のピクチャのマクロブロック 211 から次のピクチャの領域を探索することによるものである。この方法でマクロブロックを変換すると、図 4 に示されるように、 $i+1$ 番目のピクチャに対するマクロブロックのパターンを生じる。この方法では、 i 番目のピクチャが、 $i+1$ 番目のピクチャを発生するために、例えば、動きベクトル及び差分データによって少し変化させられる。符号化されるものは、動きベクトル及び差分データであって、 $i+1$ 番目のピクチャそのものではない。動きベクトルはピクチャ間でのイメージの位置変化を示し、一方、差分データは色差、輝度、及び彩度の変化、即ち、陰影及び照度の変化を示す。

【0027】図 3 に戻ると、良好な一致を見つけるための探索は、 i 番目及び $i+1$ 番目のピクチャの同じ位置から開始する。探索ウインドウが i 番目のピクチャ内に作られる。この探索ウインドウ内での最良一致を求めて探索が行われる。それが見つかると、そのマクロブロックに対する最良一致動きベクトルが符号化される。最良一致マクロブロックの符号化は、次のピクチャにおいて x 方向及び y 方向に何ピクセル変位すると最良一致になるかを示す動きベクトルを含む。「予測誤差」とも呼ばれる差分データも符号化される。差分データは、現マクロブロックと最良一致参照マクロブロックとの間の色差及び輝度の差である。

【0028】MPEG-2 エンコーダの操作機能は、1997 年 4 月 1 日に出願された米国特許出願第 08/831157 号に詳しく説明されている。

【0029】前述のように、エンコーダの性能やピクチャ品質は、本発明の原理によるリアルタイム適応ビデオ符号化によって向上する。ビデオ・エンコーダは、フレームのシーケンスとして受信されたビデオ・データに適応するように構成される。本発明の一実施例によれば、2 つの符号化サブシステムが使用される。2 つの符号化サブシステムを使用する重要な利点は、リアルタイム符号化の前にビデオ・シーケンスを分析できることである。ビデオ・シーケンスの分析は、ビデオ・データから導出可能な 1 つ又は複数の統計量を計算することを含む。

【0030】統計的手法は、例えば、フレームの複雑度、イメージ・フレーム間の動き、シーン変化、又はフェーディング等の、イメージ・フレームの種々な特性を説明することができる。計算された統計量を使用して、リアルタイム符号化プロセスの 1 つ又は複数の符号化パラメータを制御することにより、ビデオ・シーケンスの適応符号化が行われる。例えば、ビット割振り、量子化パラメータ、符号化モード等は、特定のフレームの特性（例えば、シーン内容）の導出された統計に従ってフレーム毎に又は所与のフレーム内のマクロブロック毎に変更可能である。

【0031】図 5 には、全体的に 300 として表された本発明の原理による符号化システムの一実施例が示される。ここでも、説明の便宜上、MPEG 標準を仮定することにする。しかし、他の実現方法及び標準が本発明の適応符号化の概念を使用し得ることは当業者には明らかであろう。システム 300 は、2 つの符号化サブシステム (E1) 330 及び (E2) 360 を含む。1 つの実現方法では、後述のように、符号化サブシステム E1 及び E2 は同じハードウェアを持つが、ソフトウェアは異なっている。E1 は、フレーム間/フレーム内の非動き統計量、動き統計量等のような所望の統計量、即ち、符号化サブシステム (E2) の特定のビット・レート制御アルゴリズムにとって重要である統計量を発生するようにプログラムされる。E2 は、符号化サブシステム E1 によって発生された統計量に基づいて符号化フレームを発生する。

【0032】動作的には、まず、一連のビデオ・フレーム 310 がフレーム記憶装置 320 によって受信される。フレーム記憶装置 320 では、符号化の仕様（例えば、I、IP、IBBP 符号化）に応じて、1 つ又は複数のフレームがバッファされる。これは、フレーム記憶装置 320 を適当な数のピクチャ・バッファ（ピクチャ・グループ (GOP) 構造によって決定される）に区分することによって達せられる。これらの区分は遅延制御ロジック 350 によって管理される。設計によって決まる十分な遅延の後、ビデオ・フレーム情報が符号化サブシステム (E1) 330 に送られる。E1 はイメージ統計に関する情報を導出し、この情報を統計量バッファ 340 にフレーム毎に記憶する。遅延制御ロジック 350

は、着信ビデオ・データ及びイメージ統計量のバッファリングを管理し、フレーム記憶装置320からのビデオ・フレーム及び統計量バッファ340からの導出された統計量を符号化サブシステム(E2)360に符号化順に給送する。これらの統計量を使用して、サブシステムE2は、後述するように、フレームを適応的に符号化し、そして受信されたビデオ入力310の1つ又は複数の特性に関する統計量を発生することを可能にするに十分なフレーム時間だけしか遅延されずにその符号化されたビットストリーム370を出力する。

【0033】図6には、汎用の符号化サブシステム400が示される。このサブシステム400は、受信したビデオ・データに関する非動き統計量を計算するためのハードウェア/ソフトウェア420、及び実際のビデオ圧縮、即ち、動き推定、動き圧縮、量子化、可変長符号化等を遂行するためのハードウェア/ソフトウェアより成る符号化エンジン410を含む。符号化サブシステム(E1)330(図5)は統計量収集ロジック420及*

*び符号化エンジン410の両方を使用し、一方、符号化サブシステム(E2)360(図5)は符号化エンジン410だけを使用する。従って、サブシステムE1における符号化の第1パスの間、動きベクトルに基づく動き統計量が符号化エンジン410により計算される。次いで、符号化サブシステムE2は、符号化エンジン410を通る第2パスを使用して符号化ビットストリームを出力する。

【0034】本発明によるシステムのリアルタイム・オペレーション及び関連のフレーム遅延が表1のMPEG-2の例において示される。この例では、1つのBピクチャが2つのアンカ・ピクチャの間にある(I B P B P B P...)と想定され、非動き統計量が収集されている。ビデオ・データの1つのフレームだけが統計量計算の前にバッファされ、フレームの入力及び出力の間の遅延は、この例では、最大4フレーム分である。

【表1】

入力	バッファ1	バッファ2	バッファ3	バッファ4	バッファ5	E1	E2
n	n	-	-	-	-	-	-
n+1	n	n+1	-	-	-	n	-
n+2	n	n+1	n+2	-	-	n+1	-
n+3	n	n+1	n+2	n+3	-	n+2	n (I)
n+4	n	n+1	n+2	n+3	n+4	n+3	n+2 (P)
n+5	n+5	n+1	n+2	n+3	n+4	n+4	n+1 (B)
n+6	n+5	n+6	n+2	n+3	n+4	n+5	n+4 (P)
n+7	n+5	n+6	n+7	n+3	n+4	n+6	n+3 (B)
n+8	n+5	n+6	n+7	n+8	n+4	n+7	n+6 (P)
n+9	n+5	n+6	n+7	n+8	n+9	n+8	n+5 (B)

【0035】本発明の原理を使用した他の実現方法も当業者には明らかであろう。例えば、ビデオ・データは、それがBピクチャを持たず、しかも統計量がフレーム内である場合、第1符号化サブシステムE1及びフレーム記憶装置に並列に入力可能である。

【0036】符号化サブシステムE1において計算される統計量の例を次に説明することにする。

【0037】前述のように、符号化サブシステムE1はイメージ・データから統計量を計算する。これらの統計量に基づいて、サブシステムは、シーン変化又はフェーディング検出を識別するというような事前処理ステップを実行することもできる。サブシステムE1によって計算される特定の統計量は、サブシステムE2における速度制御アルゴリズムの実現方法に依存する。MPEG-2符号化の場合、フレームのための或いはフレーム内の量子化を決定するために使用可能な広範囲のピクチャ統計量が存在する。以下で開示される統計量は単に例とし

て与えられるだけであり、別のE2ビデオ圧縮アルゴリズムが異なった統計量を使用することも可能である。

【0038】一般に、フレーム統計量は2つのグループ、即ち、フレーム内統計量及びフレーム間統計量に分けられる。フレーム内統計量はフレーム内のピクセル・データのみを使用して計算され、一方、フレーム間統計量はイメージ・シーケンスからの幾つかの連続したイメージ(一般には、2つの連続したイメージ)を使用して得られる。フレーム内統計量及びフレーム間統計量は更にグローバル量及びローカル量に分けられる。グローバル量はイメージ・フレーム全体の特性を記述し、ローカル統計値はフレームの各区画に対して、例えば、フレームの各マクロブロックに対して計算される。ここで示される統計量は輝度データから計算可能である。しかし、色差データからも更なる統計量を導出することが可能である。

【0039】A. フレーム内統計量

(a) グローバル量:

* フレームの平均ピクセル間差分 (AID) - AID は、フレームのイメージ・ラインにおける2つの連続したピクセル間の絶対差分の平均である。AIDが高ければ高いほど、フレームにおけるディテールも高い。この量は、フレームのピクセルが通過する時、ピクセル・インターフェースのハードウェアによって計算される。

* フレームの平均アクティビティ (AVACT) - AVACTは、フレーム中のマクロブロック変動の平均として算定される。マクロブロック変動は、マクロブロックのピクセル値から統計的平均として算定可能である。平均アクティビティはピクチャの複雑度に関する情報を与える。

【0040】(b) ローカル量: 上記グローバル量の計算中、ローカル量も得られる。従って、各区画、例えば、マクロブロック (MB) に対して、MB-AID及びMB-AVACT統計量が記憶され、しかる後、フレームのローカル適応符号化のためにサブシステムE2によって使用可能である。

【0041】B. フレーム間統計量

これらの統計量は、イメージ・シーケンスの連続したフレーム間の関係、例えば、動きの発生、シーン変化、フェーディング、又はマクロブロックにおけるノイズの識別を記述する。

【0042】(a) グローバル量:

* フレームの平均フレーム差分 (AFD) - AFD は、現ピクチャの輝度ピクセル値と先行フレームの同じ位置におけるピクセル値との間の絶対差分の平均である。

* DFD (変位フレーム差分) の変動 - ピクセルにおけるDFDを得るためには、2つの連続したフレームを使用して各マクロブロックに対する動きベクトルが計算されなければならない。DFDは、現フレームにおけるピクセル値と先行又は後続フレームにおける対応する (推定された動きベクトルによって変位された) ピクセル値との間の差分である。変動は、フレーム全体の各ピクセルに対して計算されたDFDの統計的平均として算定可能である。

【0043】(b) ローカル量:

* マクロブロックに対するDFDの変動 - グローバル量と同じであるが、変動はマクロブロックに対して算定される。

* 動きベクトルの変動 (隣接する動きベクトル間の差分)

【0044】C. シーン変化検出

2つの連続したフレームを考察する。上記の統計量 (グローバル及びローカル) はフレーム毎に得ることができる。シーン変化を検出するための種々の可能性が存在する。例えば、

(a) $(AVACT(i) - AVACT(i-1)) >$

閾値1 である場合、フレームiは新しいシーンに属する。閾値1は経験的に決定される。

(b) $(AID(i) - AID(i-1)) >$ 閾値2 である場合、フレームiは新しいシーンに属する。閾値2は経験的に決定される。

(c) 条件 (a) 及び (b) の組合せ。

(d) $(AFD) >$ 閾値3 である場合、フレームiは新しいシーンに属する。閾値3は経験的に決定される。

(e) シーン変化検出 - フレーム間統計量。

10 DFD変動>閾値4 である場合、及び $(AID(i) - AID(i-1)) >$ 閾値2 である場合、フレームiは新しいシーンに属する。それらの閾値は経験的に決定される。1つの動きベクトルしかマクロブロック (MB) にとって利用可能でなく、しかもそれが必ずしもそのMBの各ピクセルにとって真の動きベクトルではないので、閾値4は慎重に選択されなければならない。

20 【0045】シーン変化が検出される場合、これはサブシステムE2に知らされる。サブシステムE2は、それに応答して、先行のシーンに属する先行のピクチャからの如何なる情報も無視することが可能である。E2は、ピクチャの符号化モードを再構成することもできる。例えば、新しいシーンに属する最初のピクチャは1ピクチャとして符号化可能である。

【0046】D. フェーディング検出

フェーディングは、基本的には、変化が急である真のシーン・カットとは対照的にフレームが徐々に変化する遅いシーン変化である。フェーディングは次のような2つの方向を有する。即ち、

(1) 第1シーンが徐々に消える。

(2) 第2シーンが徐々に現れる。

30 【0047】フェーディングの存在及びその方向は先行フレームに対するピクセル間の合計値の差分のパーセンテージによって決定可能である。即ち、フレームN+1のピクセルの合計値が経験的に決定されたパーセンテージだけフレームNとは異なる場合、フェーディングが生じている。その方向は、大きさの符号によって、即ち、ゼロよりも大きい小さいかによって決定される。フェーディングが検出される場合、これはE2に知らされる。

40 【0048】前述のように、符号化サブシステムE2は、符号化サブシステムE1と同じ符号化エンジン・アーキテクチャを持つことができるが、統計量収集ハードウェア/ソフトウェアは使用しない。フレーム・シーケンスの適応符号化は、符号化エンジンのレート制御アルゴリズムによって、即ち、上記の発生された統計量を使用することによって実行される。これは2ステップ・プロセスである。

50 【0049】先ず、ビット・レート、符号化モード、及びフレーム相互の相対的特性に従って、ピクチャ毎にビット割振りが定義される。次に、対応する量子化パラメ

ータ (QUANT) が定義される。MPEG-2 互換のビットストリームでは、QUANT 値はマクロブロック毎に変化可能であり、フレーム内のローカル適応量子化を可能にする。本発明によれば、前述のグローバル量をを使用して、ピクチャ毎に第 1 グローバル QUANT 値が定義される。次に、特定のマクロブロックに対する QUANT 値が、そのマクロブロックのローカル統計量に基づいてグローバル QUANT 値を調整することにより得られる。

【0050】符号化サブシステム E1 内でシーン変化を検出することによって、及びピクチャ統計量を事前に知ることによって、シーン変化の検出後、先行シーンに属する先行ピクチャからの情報を放棄することが可能である。例えば、新しいピクチャ・グループ (GOP) を新しいシーンから開始することができる。古いシーンからのパラメータを使用する代わりに、事前定義された初期レート制御パラメータを使用して、新しい GOP のフレームに対するグローバル QUANT 値を計算することが可能である。

【0051】フェーディングがサブシステム E1 によって検出された場合、サブシステム E2 は、それに応答して、動き推定/補償のための適正な参照フレームを使用するか、或いはフレームの符号化モードを変更することができる。これの一例は、I ピクチャを強制すること、或いは P 又は B ピクチャにおけるすべてのマクロブロックをイントラ・マクロブロックとして符号化することであってもよい。

【0052】ローカル適応量子化も可能である。この方法の目的は、割り振られたビットをシーン内容に基づいてマクロブロック間で分配することであろう。1つの可能な方法は、符号化されるべき現ピクチャの AVACT を使用することである。各マクロブロックに対する MB-AVACT も統計量バッファに記憶される。MB の QUANT 値は、AVACT 及び MB-AVACT の比によってグローバル QUANT 値を調整することにより得られる。例えば、マクロブロック・アクティビティがピクチャ AVACT に関して高い場合、この特定のマクロブロックの QUANT はグローバル QUANT に関して増加され、アクティビティが低い場合は減少される。

【0053】本発明の適応符号化システムに従って、ローカル統計量は、ピクチャ内のノイズのあるマクロブロックを識別するためにも使用可能である。マクロブロックが高い DFD 値を持ち、アクティビティも高い場合、そのマクロブロックはノイズのあるものと宣言可能である。ノイズのあるマクロブロックは高い QUANT 値によって符号化可能であり、その結果、ビット節約が生じる。余ったビットは、フレーム内のノイズのないマクロブロックを符号化するために使用可能である。従って、ピクチャの全体的品質が改良される。

【0054】本発明の符号化システムがローカル適応量

子化の機能を遂行する方法の一例を次に示す。各マクロブロックに対する量子化値を決定するために、符号化サブシステムはマクロブロックの MB-AVACT 及び DFD を統計量バッファ 340 (図 5) から受け取る。次に、サブシステム E2 は、それらの値を使用して、そのマクロブロックに対する最も効率的な QUANT 値を決定する。

【0055】本発明の原理による符号化システム/方法の更なる局面を、図 7 乃至図 9 を参照して次に説明することにする。この機能強化された実施例では、本発明は、2つのエンコーダ及び 1つの制御プロセッサを使用してビデオ・データのリアルタイム符号化を行う。図 7 に示されるように、第 1 エンコーダ即ち符号化サブシステム (E1) 510 は入力ビデオ・データ 501 を受信し、制御プロセッサ (CP) 520 に送るための統計量をそこから発生する。更に詳しく云えば、符号化サブシステム E1 は未圧縮のビデオ・データを受信し、現ピクチャとビデオ・データのシーケンスにおける他のピクチャに対するその関係とを記述した統計量を導出する。

【0056】次に、制御プロセッサ 520 は、統計技法 (後述する) を使用してそれらの発生された統計量を分析し、第 2 エンコーダ即ち符号化サブシステム (E2) 540 による使用のために 1つ又は複数の符号化パラメータを発生する。符号化サブシステム E2 は、そのような機能強化された符号化パラメータを使用して高品質の高度に圧縮されたビデオ・ストリーム 541 をリアルタイムで生じさせる。符号化サブシステム E2 は、遅延ユニット 530 でデルタ T (1 乃至 X フレーム) だけ遅延された入力ビデオ・データ 501 も受け取る。遅延ユニット 530 からの入力データは、サブシステム E2 が制御プロセッサからの対応する機能強化された符号化パラメータを使用して各フレームを符号化できるように、制御プロセッサ 520 からの機能強化された符号化パラメータに同期させられる。

【0057】符号化サブシステム E1 によって発生される統計量は、前述のように、ピクチャを伴う情報 (フレーム内) 又は複数のピクチャ間の差分に基づいて収集された情報 (フレーム間) に基づくものである。フレーム内統計量の例は次のものである。

- (1) ピクチャの複雑性
- (2) ビット・カウント
- (3) 信号対雑音比 (SNR)

フレーム間統計量の例は次のものを含む。

- (1) 動きベクトル
- (2) 動き検出
- (3) 反復フィールド
- (4) 予測誤差
- (5) シーン変化

これらの統計量を決定するために使用可能な技法は当業者には明らかであろう。

【0058】制御プロセッサは符号化サブシステムE1からの統計量を使用して統計分析ルーチンを遂行し、第2符号化サブシステムE2の符号化プロセスを制御するための1つ又は複数のパラメータを発生する。制御可能なパラメータの例は、1ピクチャ当たりのビット数、ピクチャ・タイプ、反復フィールドの通知、フィールド又はフレーム符号化、フレーム間の動きの最大量（探索ウインドウ）、及び量子化パラメータ（Mquant）を含む。

【0059】図8は、シーン変化が生じたかどうかを決定するために及びピクチャ品質の測定を行うために、ビデオ・データのシーケンスが符号化サブシステム（E1）510において分析されるという処理ルーチンの一実施例を示す。これらの統計量は（使用されるビット、ピクチャ・タイプ、及び目標ビット・レートと共に）制御プロセッサ（CP）520に供給される。制御プロセッサは、この例では、受け取った統計量から、第2符号化サブシステム（E2）540に供給される量子化パラメータ（Mquant）を発生する。符号化サブシステムE2は、符号化サブシステムE1によって使用されたビデオ・データのシーケンスの遅延バージョンを受け、符号化ビデオ・ビットストリームをそこから発生する。

【0060】図9は、制御プロセッサ520内に実装される統計処理ルーチンの一例を示す。この例における制御プロセッサの主要な機能は、最後に符号化されたピクチャの統計量及び所与のシーン内の前に符号化されたピクチャの履歴に基づいて新しいピクチャに対するエンコーダ・パラメータの新しいセットを決定することである。エンコーダ・パラメータの新しいセットは、第2符号化サブシステムが可変出力ビット・レートをを持った一定品質のピクチャを生じることを可能にする。

【0061】符号化サブシステムE2への入力ビデオ・データは、遅延530を除けば、符号化サブシステムE1へのそれと同じである。遅延は、符号化サブシステムE1が、例えば、2つのピクチャを処理して、それらのピクチャの1つ又は複数の特性に対する平均値を発生することを可能にする。この遅延は、制御プロセッサが符号化サブシステムE1からの統計量を分析して、符号化サブシステムE2において処理されるべき現ピクチャに対する新しいパラメータのセットを発生することも可能にする。

【0062】制御プロセッサが、符号化プロセッサE1において処理されるすべてのピクチャに関する統計量を収集することが望ましい。この統計量の収集（ブロック600）は、一実施例では、シーン変化及びピクチャ品質の統計量を含む。考えられる別の統計量は、使用されるビット、ピクチャ・タイプ、目標ビット・レート、平均ピクチャMquant等を含む。図9のルーチンでは、制御プロセッサは、まず、所与のピクチャが最後のピクチャと同様な内容を有するかどうか、即ち現ピクチャ

が新しいシーンに属するかどうかを識別する（ブロック610）。現ピクチャが同じシーンに属さない場合、符号化パラメータは現ピクチャのピクチャ複雑性に基づいてリセットされる（ブロック620）。これらのリセットされた符号化パラメータはバッファに供給され（ブロック660）、前述のように、第2符号化サブシステム540への出力及び第2符号化サブシステム540による使用を待つ。

【0063】現ピクチャの内容が先行ピクチャの内容と同様である場合、即ち、シーン変化がない場合、符号化パラメータは、そのシーンにおける同じタイプの先行ピクチャからの情報に基づくものでもよい。例えば、図9のルーチンは、1つ又は複数のパラメータを定義するために「ピクチャ品質」を使用する。ピクチャ品質は、現ピクチャを符号化するために第1符号化サブシステムによって過剰なビットが使用されたかどうかを表す。（サブシステムE1によって使用される符号化パラメータは、先行フレームを符号化するためにサブシステムE2によって使用されるものであってもよく、或いは基準パラメータ・セットを構成するものであってもよい）。

【0064】ピクチャ品質閾値は事前定義され、当業者によって経験的に導出可能である。例えば、その閾値は、所望のビット・レート及びピクチャ内容に基づいて定義可能である。ピクチャ品質を測定する方法は信号対雑音比を決定するものであってもよい。代表的な適度の信号対雑音比は30乃至40dbの範囲にある。1つの実施例では、「ピクチャ品質」は、符号化及び復号後のフレームを、第1符号化サブシステムE1に入力されたオリジナルのフレームと比較することによって決定可能である。制御プロセッサは、まず、現ピクチャ品質（即ち、E1からの出力品質）が事前定義の閾値を超えるかどうかを決定する（ブロック630）。それが閾値を超える場合、現ピクチャで使用したビットを、ビデオ・データのシーケンスにおける更に複雑なピクチャのために取っておくことができる。

【0065】例えば、制御プロセッサは、所与のシーンのピクチャによって使用される平均Mquant、平均品質、及び平均ビットのようなピクチャ統計量を収集及び累積する。新たにE1で符号化された現シーンのピクチャに関するこれらの統計量は、現ピクチャの符号化パラメータをリファインすべき方法を決定するために平均シーン統計量と比較される。従って、制御プロセッサは、第2符号化サブシステムE2による使用のために現ピクチャの制御パラメータをシーンの履歴から学習し、それを調節する。

【0066】調節の量は、この例では、最新のMquant（「先行Mq」）及び同じピクチャ・タイプの平均Mquant（「Av Mq」）に関連する。品質が目標の品質閾値よりも高い時、Mquantはビット消費を少なくするために増加されなければならない。品質が

目標の品質閾値よりも低い時、それとは逆に M_{quant} を減少する必要がある。その増加又は減少の量は、更新された平均 M_{quant} と先行の平均 M_{quant} との差である。この調節により、目標の品質閾値への収斂が可能になる。

【0067】従って、ピクチャ品質がその事前定義された閾値を超える時、第2符号化サブシステムによって使用されるべき現 M_{quant} (即ち、「次の M_q 」) は、新しい平均 M_{quant} と先行の平均 M_{quant} との差と、最新の M_{quant} (先行 M_q) との和として定義される。新しい平均 M_{quant} は、第2符号化サブシステムによって符号化されるべき現ピクチャまでの且つその現ピクチャを含む、現シーンにおける同じピクチャ・タイプのピクチャのヒストリにわたって平均化されたものである。先行の平均 M_{quant} は、現ピクチャの前までの同様な平均である。第1符号化サブシステムからの出力品質が事前定義の閾値よりも小さい場合、同じ差分値がオフセットとして使用される。この場合、第2符号化サブシステムによって使用されるべき M_{quant} を小さくし、それによってピクチャ品質を高めるために、その差分値が先行の M_{quant} から減じられる (ブロック650)。図9に示されるように、次の又は現在の M_{quant} は第2符号化サブシステムE2による使用のためにバッファされる (ブロック660)。

【0068】現ピクチャが新しいシーンの開始である時、古いヒストリは適用不可能である。従って、現ピクチャの複雑性に基いて制御パラメータの新しいセットが確認されなければならない。次いで、この制御パラメータの新しいセットが、出力品質に基いて収集及びリファイン化される統計量を発生するために、第1符号化サブシステムE1に与えられる。従って、符号化サブシステムE1内のシーンの第1ピクチャの出力に従って、そのシーンの第2ピクチャに対する制御パラメータが上方又は下方に調節される。ピクチャ1及び2の出力統計量が新しいシーンに対する開始ヒストリを形成するように重量平均され、ピクチャ1の制御パラメータが、前述のように、第2符号化サブシステムE2のために導出される。

【0069】シーン変化に続く各ピクチャ・タイプの M_{quant} は、そのシーン変化に続く1ピクチャの M_{quant} に基づく。例えば、Pピクチャに対する初期 M_{quant} は $1.2 M_{quant}(I)$ として定義可能であり、Bピクチャに対する初期 M_{quant} は $2 M_{quant}(I)$ として定義可能である。一旦ピクチャ・タイプ当たりの M_{quant} 値が初期設定されると、その後の M_{quant} 値は同じピクチャ・タイプの先行 M_{quant} の平均及び現ピクチャの複雑性にに基づく。 M_{quant} のヒストリはピクチャ・タイプ毎に収集され、シーン変化が生じるまでリファインされ、シーン変

化が生じると、 M_{quant} は再初期設定される。

【0070】前述のように、実際の符号化が行われる第2符号化サブシステムE2に、同期的に遅延したビデオ符号化シーケンス (入力データ) が供給される。その遅延は、1フレームというわずかなものから、システムがメモリに記憶し得る数のフレームまで変化可能である。多数のフレームに跨る統計分析が望ましいアプリケーションの場合、多くのビデオ・フレームをバッファすることが非実用的なものになることがある。しかし、2つのビデオ・ソースを使用すること及びソースによる第2符号化サブシステムE2への供給の開始を遅らせることによって、大量のメモリを追加することなく、より大きなフレーム遅延が実現可能である。これらの技法により、遅延した入力データ及び統計量の適切な調整によって、リアルタイム・データが符号化可能である。最終ステップにおいて、第2符号化サブシステムE2は制御プロセッサからの符号化パラメータを受け入れ、それらを現ピクチャに適用して、高品質、低ビット・レート of MPEG-2 可変ビット・レート (VBR) 圧縮ビデオ・ストリームを生じさせる。本発明を VBR アプリケーションに関して説明したけれども、開示された技法が固定ビット・レート (CBR) 符号化の品質を改良するように拡張可能であることは当業者には明らかであろう。CBR 適用のために統計分析及び符号化パラメータをチューニングすることによって、これを行うことが可能である。

【0071】本発明の原理に従った符号化の結果、非適応エンコーダ・システムに比べて、特に、低ビット・レートの場合、ピクチャ品質が改善されるということは上記の説明から当業者には明らかであろう。これは、フレーム間及びフレーム内の適応ビット割り振りを使用することが、低いビット・レート符号化では、より高いビット・レート符号化に比べてよりクリティカルであるためである。更に、本発明の符号化技法は、固定ビット・レート (CBR) モードにおける符号化/復号ビデオ・シーケンスの半固定ピクチャ品質、又は可変ビット・レート (VBR) 符号化モードにおける固定ピクチャ品質を保証することが可能である。

【0072】更に、本発明は、例えば、コンピュータ使用可能な媒体を有する製造物 (例えば、1つ又は複数のコンピュータ・プログラム製品) に含まれることも可能である。その媒体は、例えば、本発明の機能を提供及び促進するためのコンピュータ読取り可能プログラム・コード手段を組み込んだものである。それらの製造物は、コンピュータ・システムの一部として含まれるか或いは別個に販売可能である。

【0073】本願において示された流れ図は例として与えられたものである。本発明の精神から逸脱することなく、これらの流れ図、或いは、本願に開示されたステップ又はオペレーションを変更することができる。例えば、場合によっては、ステップは別の順序で遂行可能で

あり、ステップが追加、削除、又は修正されてもよい。これらの変更はすべて、請求の範囲に記載されている本発明の一部を構成するものと考えられる。

【0074】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0075】(1) ビデオ・フレームのシーケンスを符号化するための方法にして、(a) 第1符号化サブシステムを使用して、ビデオ・フレームのシーケンスを分析し、シーン変化、ピクチャ品質、使用ビット、目標ビット・レート、及びピクチャ・タイプのうちの少なくとも1つを含む少なくとも1つの特性に関する情報を導出するステップと、(b) 前記少なくとも1つの特性を自動的に処理して、ビデオ・フレームのシーケンスの符号化で使用される少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を生成するステップと、(c) 第2符号化サブシステムで前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を使用して前記ビデオ・フレームのシーケンスを符号化する符号化ステップと、を含む方法。

(2) 前記少なくとも1つの特性はシーン変化を含み、前記ステップ(b)はシーン変化に対して各フレームを自動的に評価し、シーン変化の検出時には、前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を決定する場合、前記ビデオ・フレームのシーケンスにおける先行フレームからの情報を無視することを特徴とする上記(1)に記載の方法。

(3) 前記少なくとも1つの特性は更にピクチャ品質を含み、前記ステップ(b)は、シーン変化が検出されなかった各フレームについて、前記ピクチャ品質を事前定義の閾値と自動的に比較することを特徴とする上記

(2)に記載の方法。

(4) 前記ステップ(b)は、更に、前記ステップ(c)で各フレームを符号化するためのビットの数を前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも低い場合には増加し、前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも高い場合には減少するように、前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を設定するステップを含むことを特徴とする上記(3)に記載の方法。

(5) 前記少なくとも1つの制御可能なパラメータは量子化パラメータを含み、各フレームに対して、前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも低い場合、前記量子化パラメータは、前記ビデオ・フレームのシーケンスにおける先行フレームの先行量子化パラメータから、新しい平均量子化パラメータ及び先行平均量子化パラメータの間の差を減じたものとして定義され、前記新しい量子化パラメータは現フレームを含むシーンのすべてのフレームに対する平均量子化パラメータを含み、前記先行平均量子化パラメータは現フレームの前までの現シーンのすべてのフレームに対する平均量子化パラメータを含み、前記ピクチャ品質が前記閾値よりも高い場合、前記量子化パラメータは前記先行平均量子化パラメータと

前記新しい平均量子化パラメータ及び前記先行平均量子化パラメータの差との和として定義されることを特徴とする上記(4)に記載の方法。

(6) 前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値をバッファするステップと、現フレーム及びそれに対応する少なくとも1つの制御可能なパラメータの値が前記第2符号化サブシステムに同時に供給されるように、前記バッファするステップに同期して前記ビデオ・フレームのシーケンスを遅延させるステップと、を更に含むことを特徴とする上記(4)に記載の方法。

(7) ビデオ・フレームのシーケンスを符号化するためのシステムにして、ビデオ・フレームのシーケンスを分析し、シーン変化、ピクチャ品質、使用ビット、目標ビット・レート、及びピクチャ・タイプのうちの少なくとも1つを含む少なくとも1つの特性に関する情報を導出する第1符号化サブシステムと、前記第1符号化サブシステムに接続され、前記少なくとも1つの特性に関する情報を処理してビデオ・フレームのシーケンスの符号化において使用される少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を生成する制御プロセッサと、前記制御プロセッサに接続され、前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を受け取り、該値を使用して前記ビデオ・フレームのシーケンスを符号化し、符号化ビデオ・データのビットストリームを発生する第2符号化サブシステムと、を含むシステム。

(8) 前記符号化ビデオ・データのビットストリームは可変ビット・レート又は固定ビット・レートのビットストリームを含むことを特徴とする上記(7)に記載のシステム。

(9) 前記少なくとも1つの特性はシーン変化を含み、前記制御プロセッサは前記ビデオ・フレームのシーケンスの各フレームを前記シーン変化について自動的に監視し、シーン変化の検出時に、前記ビデオ・フレームのシーケンスにおける1つ又は複数の先行フレームからの情報を無視して、前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を決定する手段を含むことを特徴とする上記(7)に記載のシステム。

(10) 前記少なくとも1つの特性は更にピクチャ品質を含み、前記制御プロセッサは、シーン変化が検出されなかった各フレームについて、そのピクチャ品質を事前定義の閾値と自動的に比較するための手段を含むことを特徴とする上記(9)に記載のシステム。

(11) 前記制御プロセッサは、更に、前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも低い場合、各フレームの符号化において前記第2符号化サブシステムによって使用されるビットの数が増加されるように、及び前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも高い場合、前記ビットの数が減少されるように、前記少なくとも1つの制御可能なパラメータの値を自動的に設定するための手段を含むことを特徴とする上記(10)に記載のシステム。

ム。

(12) 前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータは量子化パラメータを含み、各フレームに対して、前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも低い場合、前記制御プロセッサは、前記量子化パラメータを、ビデオ・フレームのシーケンスにおける先行フレームの先行量子化パラメータから、新しい平均量子化パラメータ及び先行平均量子化パラメータの間の差を減じたものとして定義するための手段を含み、前記新しい平均量子化パラメータは現フレームを含む現シーンのすべてのフレームに対する平均量子化パラメータを含み、前記先行平均量子化パラメータは現フレームの前までの現シーンのすべてのフレームに対する平均量子化パラメータを含み、前記ピクチャ品質が前記閾値よりも高い場合、前記制御プロセッサは前記量子化パラメータを、前記先行量子化パラメータと前記新しい平均量子化パラメータ及び前記先行平均量子化パラメータの間の差との和として定義するための手段を含むことを特徴とする上記(11)に記載のシステム。

(13) 前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値をバッファするための手段と、現フレーム及びそれに対応する少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値が前記第 2 符号化サブシステムに同時に供給されるように、前記値のバッファリングと同期して前記ビデオ・フレームのシーケンスを遅延させるための手段とを更に含むことを特徴とする上記(11)に記載のシステム。

(14) コンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を有するコンピュータ使用可能媒体を含み、ビデオ・フレームのシーケンスを符号化する場合に使用するためのコンピュータ・プログラム製品にして、前記コンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段は、コンピュータに、前記ビデオ・フレームのシーケンスを分析させて、シーン変化、ピクチャ品質、使用ビット、目標ビット・レート、及びピクチャ・タイプのうちの少なくとも 1 つを含む少なくとも 1 つの特性に関する情報を導出するための第 1 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、コンピュータに、前記少なくとも 1 つの特性を自動的に処理させてビデオ・フレームのシーケンスの符号化で使用される少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値を生成するための第 2 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値を使用して、コンピュータに、前記ビデオ・フレームのシーケンスを符号化させる第 3 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段と、を含むことを特徴とするコンピュータ・プログラム製品。

(15) 前記少なくとも 1 つの特性はシーン変化を含み、前記第 2 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段はコンピュータに、各フレームをシーン変化について自動的に監視させ、シーン変化の検出時に、

ビデオ・フレームのシーケンスにおける先行フレームからの情報を無視して前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値を決定するための手段を含むことを特徴とする上記(14)に記載のコンピュータ・プログラム製品。

(16) 前記少なくとも 1 つの特性は更にピクチャ品質を含み、前記第 2 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段は、シーン変化が検出されない各フレームに対してコンピュータに、当該フレームのピクチャ品質を事前定義の閾値と自動的に比較させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を含むことを特徴とする上記(15)に記載のコンピュータ・プログラム製品。

(17) 前記第 2 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段は、更に、前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも低い場合、各フレームの符号化において使用されるビットの数が増加されるように、及び前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも高い場合、前記ビットの数が減少されるように、コンピュータに、前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値を自動的に設定させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を含むことを特徴とする上記(16)に記載のコンピュータ・プログラム製品。

(18) 前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータは量子化パラメータを含み、各フレームに対して、前記ピクチャ品質が前記事前定義の閾値よりも低い場合、前記量子化パラメータは、ビデオ・フレームのシーケンスにおける先行フレームの先行量子化パラメータから、新しい平均量子化パラメータ及び先行平均量子化パラメータの間の差を減じたものとして前記第 2 のコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段によって定義され、前記新しい平均量子化パラメータは現フレームを含む現シーンのすべてのフレームに対する平均量子化パラメータを含み、前記先行平均量子化パラメータは現フレームの前までの現シーンのすべてのフレームに対する平均量子化パラメータを含み、前記ピクチャ品質が前記閾値よりも高い場合、前記量子化パラメータは、前記先行量子化パラメータと前記新しい平均量子化パラメータ及び前記先行平均量子化パラメータの間の差との和として定義されることを特徴とする上記(17)に記載のコンピュータ・プログラム製品。

(19) 前記少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値をバッファし、現フレーム及びそれに対応する少なくとも 1 つの制御可能なパラメータの値の同時利用可能性を保証するために、コンピュータに、前記値のバッファリングと同期して前記ビデオ・フレームのシーケンスを遅延させるためのコンピュータ読み取り可能なプログラム・コード手段を更に含むことを特徴とする上記(17)に記載のコンピュータ・プログラム製品。

【図面の簡単な説明】

【図 1】汎用の M P E G - 2 コンプライアント・エンコーダ 1 1 の流れ図を示す。エンコーダ 1 1 は、離散コサイン変換器 2 1、量子化器 2 3、可変長符号化器 2 5、逆量子化器 2 9、逆離散コサイン変換器 3 1、動き補償器 4 1、フレーム・メモリ 4 2、及び動き推定器 4 3 を含む。データ・パスは、i 番目のピクチャ入力 1 1 1、差分データ 1 1 2、動きベクトル 1 1 3（動き補償器 4 1 及び可変長符号化器 2 5 に対するものである）、ピクチャ出力 1 2 1、動き推定及び補償に対するフィードバック・ピクチャ 1 3 1、及び動き補償されたピクチャ 1 0 1 を含む。この図は、i 番目のピクチャがフレーム・メモリ又はフレーム記憶装置 4 2 に存在すること及び i + 1 番目のピクチャが動き推定器によって符号化されようとしているという仮定を有する。

【図 2】I、P、及び B ピクチャ、それらの表示及び伝送順序の例、並びに、順方向及び逆方向の動き予測を示す。

【図 3】現フレーム又はピクチャにおける動き推定ブロックから後続又は先行フレーク又はピクチャにおける最良一致ブロックまでの探索を示す。エレメント 2 1 1 及び 2 1 1' は両方のピクチャにおける同じロケーションを表す。

【図 4】先行ピクチャにおける位置から新しいピクチャまで動きベクトルに従ったブロックの移動、及び動きベクトルを使用した後に調節された先行ピクチャのブロックを示す。

【図 5】本発明の原理に従って第 1 符号化サブシステム E 1 及び第 2 符号化サブシステム E 2 を使用する符号化サブシステム 3 0 0 の流れ図を示す。サブシステム E 1 は、符号化されるべきフレームのシーケンスの 1 つ又は複数の特性に関する統計量を導出するように構成される。これらの特性はサブシステム E 2 によって使用され、ピクチャ品質又は符号化パフォーマンスを最適化するようにそのフレームのシーケンスを適応的に符号化させる。

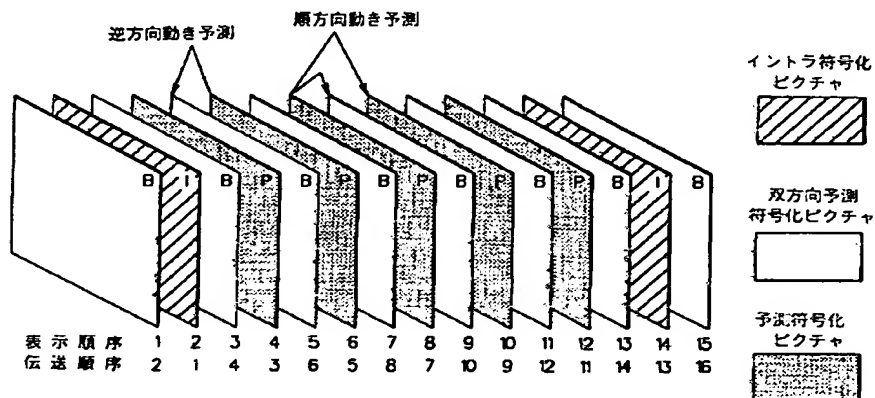
* 【図 6】本発明による符号化サブシステムの一般化した図である。サブシステム E 1 は、例えば、非動き統計量収集 4 2 0 及び符号化エンジン 4 1 0 を使用して、それぞれ、非動き統計量及び動き間/動き内統計量を発生するために使用され、一方、サブシステム E 2 は符号化エンジン 4 1 0 を使用して符号化ビットストリームを発生する。

【図 7】本発明の原理による符号化システム 5 0 0 の別の実施例のブロック図である。システム 5 0 0 は制御プロセッサ 5 2 0 を介して接続された第 1 符号化サブシステム (E 1) 5 1 0 及び第 2 符号化サブシステム (E 2) 5 4 0 を使用する。サブシステム E 1 は、符号化されるべきフレームのシーケンスの 1 つ又は複数の特性に関する統計量を導出するように構成される。これらの特性は制御プロセッサ 5 2 0 によって統計的に分析され、フレームのシーケンスのうちの現フレームを符号化する場合にサブシステム E 2 によって使用されるべき 1 つ又は複数の制御可能なパラメータに対する値を動的に発生させ、それによって、ピクチャ品質又は符号化パフォーマンスを最適化する。

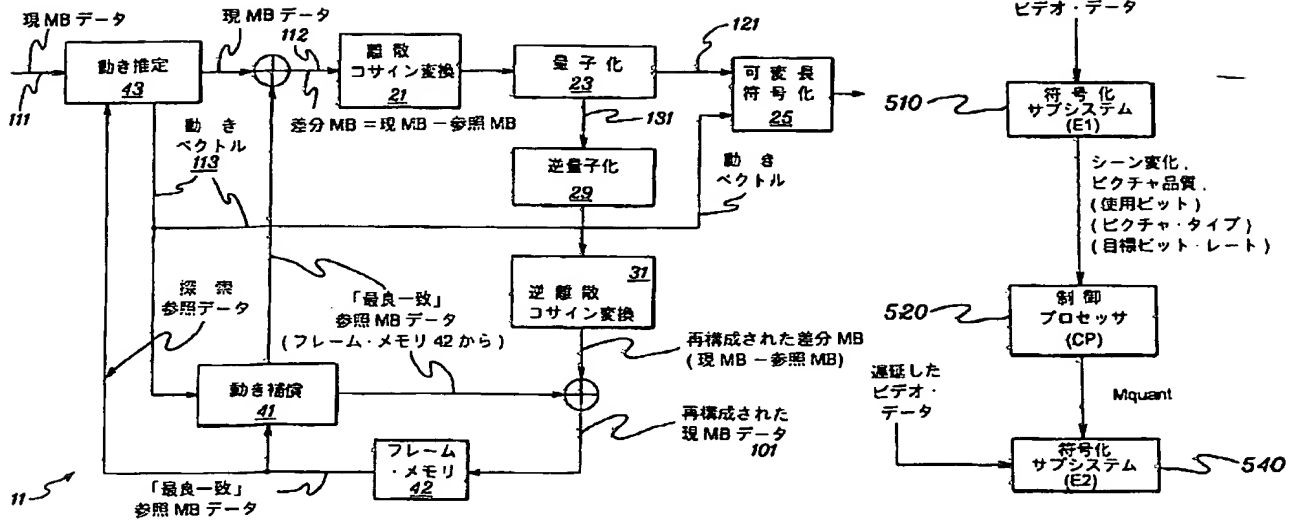
【図 8】本発明に基づく汎用の流れ図である。ここでは、一連のビデオ・データがサブシステム E 1 に入力される。サブシステム E 1 は、シーン変化、ピクチャ品質、使用されるビット、ピクチャ・タイプ、又は目標ビット・レートに関する情報を発生する。この情報は制御プロセッサ (C P) 5 2 0 に送られ、その制御プロセッサは、この例では、量子化パラメータ (M q u a n t) を第 2 符号化サブシステム (E 2) 5 4 0 に供給する。又、サブシステム 5 4 0 はビデオ・データのシーケンスの同期した遅延バージョンを入力として受け取る。

【図 9】第 2 符号化サブシステム E 2 によるビデオ・データのシーケンスの符号化の制御において使用するために、1 つ又は複数のパラメータを発生する場合に制御プロセッサ (C P) により遂行される統計処理の一実施例のフローチャートである。

【図 2】

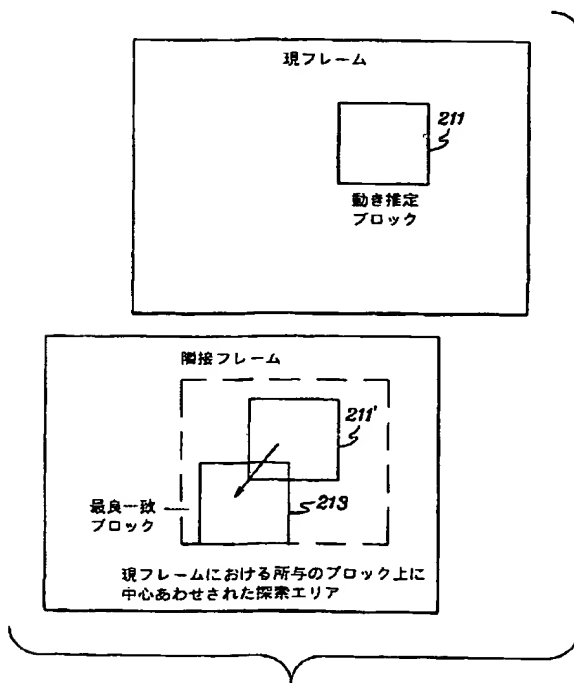


【図1】

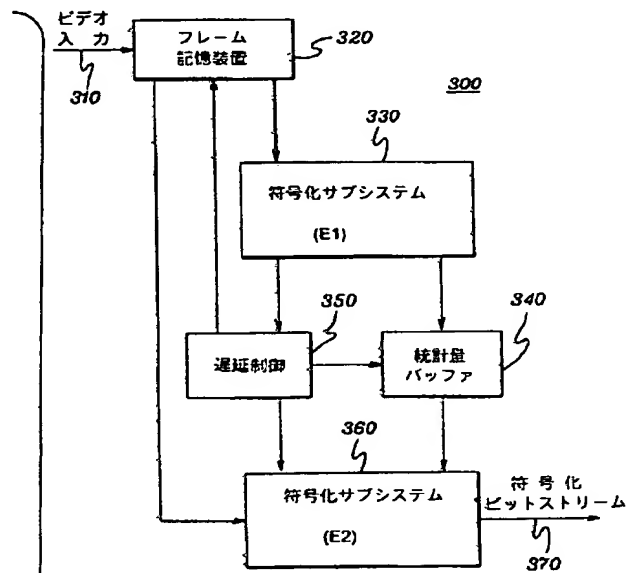


【図8】

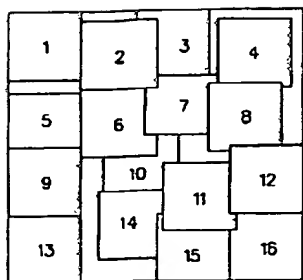
【図3】



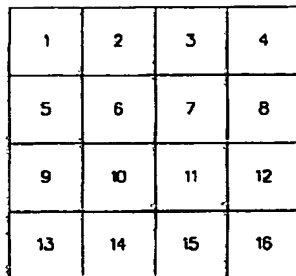
【図5】



【図4】

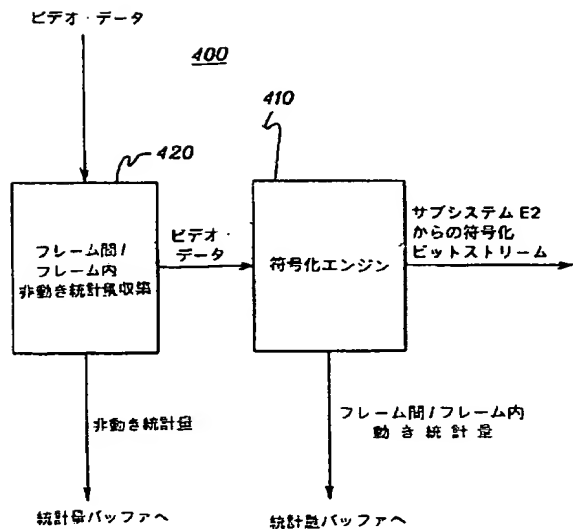


現ピクチャを予測するために使用
される先行ピクチャのブロック

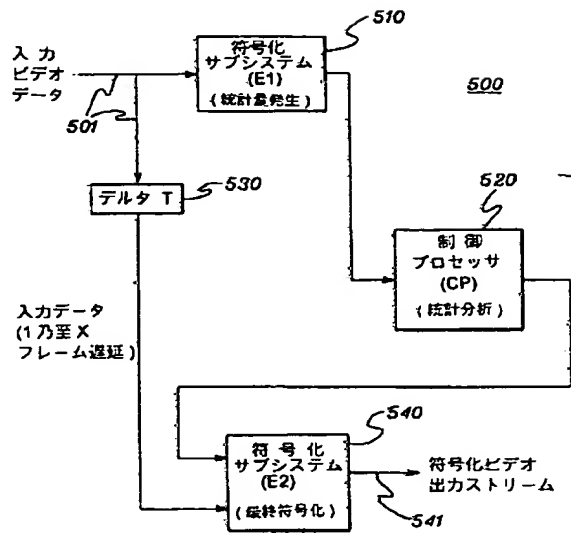


動きベクトルを使用して先行ピクチャ・
ブロック位置を調整した後の現ピクチャ

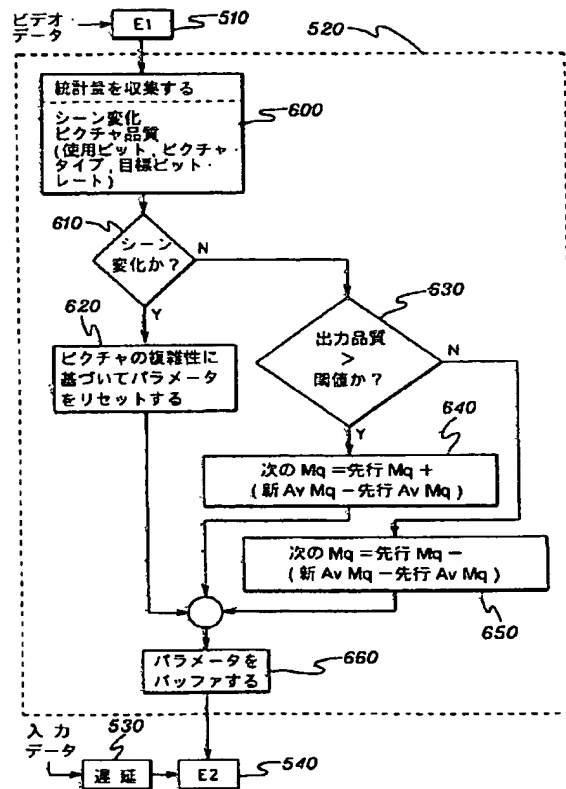
【図6】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 バーバラ・エイ・ホール
アメリカ合衆国13760、ニューヨーク州エ
ンドウェル、ウィンストン・ドライブ
607

(72)発明者 ジョン・エム・カクツマークジック
アメリカ合衆国13760、ニューヨーク州エ
ンディコット、サラ・レーン 908

(72)発明者 アグネス・イー・ンガイ
アメリカ合衆国13760、ニューヨーク州エ
ンドウェル、パートリッジ・プレイス
725

(72)発明者 ステファン・ピー・ポクリンチャック
アメリカ合衆国13827、ニューヨーク州オ
ウェゴ、スペンサー・ロード 39

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-177989

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl. H04N 7/32

(21)Application number : 10-269386 (71)Applicant : INTERNATL BUSINESS
MACH CORP <IBM>

(22)Date of filing : 24.09.1998 (72)Inventor : CHARLES E BOYCE

BARBARA A HALL

JOHN M KAKUTSUMAAKUJIKKU

AGNES E NGAI

STEPHEN P POKURINCHAKKU

(30)Priority

Priority number : 97 948442

98 8281

Priority date : 10.10.1997

16.01.1998

Priority country : US

US

(54) REAL-TIME ENCODING METHOD AND DEVICE FOR VIDEO
SEQUENCE USING TWO ENCODERS AND STATISTICAL ANALYSIS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a real-time VBR video encoding system

which can improve the picture quality of an encoding video sequence while keeping a high compression ratio.

SOLUTION: A method, a system and a computer product are prepared to encode adaptively and in real time a sequence of video frames via the hardware, software or a combination of them. A 1st encoding subsystem 330 analyzes the sequence of video frames and collects information on at least one of those characteristics such as a movement statistic, non-movement statistic, scene change statistic or scene fading statistic. The collected information may have either intra-frame characteristic. A control processor 350 is connected to the system 330 to automatically analyze in real time the collected information and to dynamically produce a set of control parameters. Then a 2nd encoding subsystem 360 connected to the processor 350 encodes each frame of the video frame sequence by means of the corresponding set of parameters.

LEGAL STATUS [Date of request for examination] 22.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.07.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of

rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3510495

[Date of registration] 09.01.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2001-18890

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 22.10.2001

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not
reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Make it the approach for encoding the sequence of a video frame, and
the (a) 1st coding subsystem is used. The step which analyzes the sequence of

a video frame and derives the information about at least one property containing at least one of scene change, picture quality, an activity bit, a target bit rate, and picture type, (b) The step which generates the value of at least one controllable parameter which processes said at least one property automatically, and is used by coding of the sequence of a video frame, (c) Approach containing the coding step which encodes the sequence of said video frame with the 2nd coding subsystem using the value of said at least one controllable parameter.

[Claim 2] Said at least one property is an approach according to claim 1 characterized by disregarding the information from the precedence frame in the sequence of said video frame when said step (b) evaluates each frame automatically to scene change including scene change and it determines the value of said at least one controllable parameter at the time of detection of scene change.

[Claim 3] For said step (b), said at least one property is an approach according to claim 2 characterized by comparing said picture quality with the threshold of a prior definition automatically about each frame with which scene change was not detected including picture quality further.

[Claim 4] Said step (b) is an approach according to claim 3 characterized by including the step which sets up the value of said at least one controllable parameter so that the number of the bits for encoding each frame at said step (c)

is further increased when said picture quality is lower than the threshold of said prior definition, and it may decrease, when said picture quality is higher than the threshold of said prior definition.

[Claim 5] Said at least one controllable parameter receives each frame including a quantization parameter. When said picture quality is lower than the threshold of said prior definition, said quantization parameter is defined as the difference between the quantization parameter of the precedence frame in the sequence of said video frame and a precedence average quantization parameter. Said new quantization parameter contains the average quantization parameter to all the frames of the present scene containing the present frame. Said precedence average quantization parameter contains the average quantization parameter to all the frames of the present scene of a before [the present frame]. It is the approach according to claim 4 characterized by defining said quantization parameter as the sum with the difference of said precedence average quantization parameter, said new average quantization parameter, and said precedence average quantization parameter when said picture quality is higher than said threshold.

[Claim 6] The approach according to claim 4 characterized by including further the step which carries out the buffer of the value of said at least one controllable

parameter, and the step which delays the sequence of said video frame synchronizing with said step which carries out a buffer so that the value of at least one controllable parameter corresponding to the present frame and it may be simultaneously supplied to said 2nd coding subsystem.

[Claim 7] It is made the system for encoding the sequence of a video frame. The sequence of a video frame is analyzed. Scene change, picture quality, An activity bit, a target bit rate, and the 1st coding subsystem that derives the information about at least one property containing at least one of picture type, Connect with said 1st coding subsystem and it connects with the control processor which generates the value of at least one controllable parameter which processes the information about said at least one property, and is used in coding of the sequence of a video frame, and said control processor. The system containing the 2nd coding subsystem which encodes the sequence of said video frame for the value of said at least one controllable parameter using reception and this value, and generates the bit stream of coding video data.

[Claim 8] The bit stream of said coding video data is a system according to claim 7 characterized by including the bit stream of a Variable Bit Rate or a fixed bit rate.

[Claim 9] For said control processor , said at least one property be a system according to claim 7 characterize by supervise each frame of the sequence of

said video frame automatically about said scene change , disregard the information from one or more precedence frames which can be set to the sequence of said video frame at the time of detection of scene change , and include a means to determine the value of said at least one controllable parameter including scene change .

[Claim 10] For said control processor, said at least one property is a system according to claim 9 characterized by including the means for comparing the picture quality with the threshold of a prior definition automatically about each frame with which scene change was not detected including picture quality further.

[Claim 11] Said control processor so that the number of the bits used by said 2nd coding subsystem in coding of each frame may be increased, when said picture quality is still lower than the threshold of said prior definition And the system according to claim 10 characterized by including the means for setting up automatically the value of said at least one controllable parameter so that the number of said bits may decrease when said picture quality is higher than the threshold of said prior definition.

[Claim 12] Said at least one controllable parameter receives each frame including a quantization parameter. When said picture quality is lower than the threshold of said prior definition, said control processor Said quantization parameter from the precedence quantization parameter of the precedence frame

in the sequence of a video frame The means for giving a definition as what reduced the difference between a new average quantization parameter and a precedence average quantization parameter is included. Said new average quantization parameter contains the average quantization parameter to all the frames of the present scene containing the present frame. Said precedence average quantization parameter contains the average quantization parameter to all the frames of the present scene of a before [the present frame]. When said picture quality is higher than said threshold, said control processor said quantization parameter The system according to claim 11 characterized by including the means for giving a definition as the sum with the difference between said precedence quantization parameter, said new average quantization parameter, and said precedence average quantization parameter.

[Claim 13] The system according to claim 11 characterized by including further the means for delaying the sequence of said video frame synchronizing with buffering of said value so that the means for carrying out the buffer of the value of said at least one controllable parameter and the value of at least one controllable parameter corresponding to the present frame and it may be simultaneously supplied to said 2nd coding subsystem.

[Claim 14] It is made the computer program product for using it including the computer usable medium which has the program code means in which computer

reading is possible, when encoding the sequence of a video frame. The program code means in which said computer reading is possible A computer is made to analyze the sequence of said video frame. To the program code means which the 1st can computer read for deriving the information about scene change, picture quality, an activity bit, a target bit rate, and at least one property containing at least one of picture type, and a computer The program code means which the 2nd can computer read for generating the value of at least one controllable parameter which is made to process said at least one property automatically, and is used by coding of the sequence of a video frame, The computer program product characterized by using the value of said at least one controllable parameter, and including the program code means which the 3rd which makes a computer encode the sequence of said video frame can computer read.

[Claim 15] for the program code means which the 2nd can computer read [said] , said at least one property be the computer program product according to claim 14 which characterize by to include the means for make a computer supervise each frame automatically about scene change , disregard the information from the precedence frame in the sequence of a video frame to it at the time of detection of scene change , and determine the value of said at least one controllable parameter as it including scene change .

[Claim 16] For the program code means which the 2nd can computer read [said] , said at least one property be a computer program product according to claim 15 characterize by include the program code means in which computer reading for make a computer compare the picture quality of the frame concerned with the threshold of a prior definition automatically to each frame with which scene change be detect be possible including picture quality further .

[Claim 17] The program code means which the 2nd can computer read [said] Furthermore, so that the number of the bits used in coding of each frame may be increased, when said picture quality is lower than the threshold of said prior definition And when said picture quality is higher than the threshold of said prior definition, so that the number of said bits may decrease The computer program product according to claim 16 characterized by including the program code means in which computer reading for making the value of said at least one controllable parameter set it as a computer automatically is possible.

[Claim 18] Said at least one controllable parameter receives each frame including a quantization parameter. When said picture quality is lower than the threshold of said prior definition, said quantization parameter From the precedence quantization parameter of the precedence frame in the sequence of a video frame It is defined by the program code means as what reduced the difference between a new average quantization parameter and a precedence

average quantization parameter which the 2nd can computer read [said]. Said new average quantization parameter contains the average quantization parameter to all the frames of the present scene containing the present frame. Said precedence average quantization parameter contains the average quantization parameter to all the frames of the present scene of a before [the present frame]. When said picture quality is higher than said threshold, said quantization parameter The computer program product according to claim 17 characterized by what is defined as the sum with the difference between said precedence quantization parameter, said new average quantization parameter, and said precedence average quantization parameter.

[Claim 19] The computer program product according to claim 17 characterized by including further the program code means in which computer reading for delaying the sequence of said video frame to a computer synchronizing with buffering of said value is possible in order to carry out the buffer of the value of said at least one controllable parameter and to guarantee the simultaneous availability of the value of at least one controllable parameter corresponding to the present frame and it.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] if this invention is said generally and it will say in more detail about compression of a digital visual image -- one or more controllable coding parameters -- every frame -- or in order to change dynamically within a frame, it is related with the technique for encoding the video sequence on real time using the image statistics drawn from the video sequence.

[0002]

[Description of the Prior Art] Setting in the past 10, the appearance of global electronic communication system is making a means by which people can transmit and receive information strengthen. Especially the function of real-time video and an audio system is dramatically improved in [latest] several years. In order to provide a subscriber with service like video on demand and a television conference, an immense quantity of network bandwidth is needed. In fact, network bandwidth becomes the main inhibition factors in the effectiveness of such a system in many cases.

[0003] In order to conquer the constraint imposed by the network, the compression method has appeared. These methods decrease the amount of the

video which requires transmission, and audio data by removing the redundancy in a picture sequence. In a receiving end, compression discharge is carried out and a picture sequence can express as real time.

[0004] A standard example for video compression which appeared recently is an animation expert group (MPEG) criterion. Video compression the inside of a given picture and picture mutual [both] is defined by the MPEG criterion. The video compression in a picture is attained by a discrete cosine transform, quantization, and variable length coding by changing a digital image into a frequency domain from a time amount domain. The video compression between pictures is attained through the process called motion presumption and compensation. in order for the process to describe conversion of the pixel (pel) of the lot to other pictures [picture / one] -- a motion vector and difference -- data are used.

[0005] ISO MPEG-2 criterion specifies only the syntax of a bit stream, and the semantics of a decode process. Selection of a coding parameter and the trade-off in engine-performance pair complexity are left behind to the encoder developer.

[0006] One aspect of affairs of a coding process is compressing a digital image into the smallest possible bit stream, maintaining the detail and quality of video.

An MPEG criterion prepares the limit about the size of a bit stream, and an

encoder needs for a coding process to be executable. Therefore, in order to maintain desired picture quality and a desired detail, optimizing a bit rate simply has a difficult thing.

[0007] For example, a bit rate is defined by the bits per second. Based on the frame rate and type of a picture which are encoded, per one picture and two or more bits are assigned. 200,000 bits will be assigned by each picture when it assumes that it is what a bit is assigned uniformly at the time of 6,000,000 bits per second (6Mbps) and 30 picture frames per second. In the case of 720x480 pictures which have 1350 macro blocks, this serves as assignment of 148 bits per macro block. Therefore, in the case of scene change and action video, a bit rate may use up a bit rate quickly by macro block mutual or frame mutual sharp change. Consequently, the quality and the detail of a picture may be spoiled.

[0008] In order to obtain the highest amount of compression, acquiring desired picture quality, video compression needs an advanced technique. Variable Bit Rate (VBR) coding is an option in video compression, and this makes it possible to have the amount of bits from which the each compressed picture differs based on the complexity of the property in a picture and between a picture. For example, probably, the scene with the easy content of a picture (it is (like a color test pattern)) needs only bits quite fewer than a scene with the complicated content of a picture (it is (like the congested street)) for coding, in order to

acquire desired picture quality. It is common that VBR coding is performed by the non-real-time coding process of two or more pass for the complexity of the algorithm needed in order [for the amount of the information needed since video is characterized] to interpret information and to make a coding process strengthen effectively. With the 1st pass, in order that statistics may be collected and analyzed and may control a coding process by the 2nd pass, the result of the analysis is used. Although this produces coding of high quality, it does not make real-time operation possible.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention tends to raise the picture quality of a coding video sequence, obtaining high compressibility by offering a real-time VBR video coding system.

[0010]

[Means for Solving the Problem] If it summarizes, this invention consists of the approach for encoding a frame sequence on one aspect of affairs. The approach analyzes the sequence of a video frame. Scene change, The step which uses the 1st coding subsystem in order to derive the information about picture quality, an activity bit, a target bit rate, and at least one property that is picture type at least one, The step which processes said at least one property automatically on real time since the value over at least one controllable parameter used in coding

of the sequence of a video frame is produced, The sequence of a video frame is encoded using the 2nd coding subsystem, and the step which produces the bit stream of coding video data using the value of said at least one controllable parameter is included.

[0011] On another aspect of affairs, this invention contains the system for encoding a series of video frames. The system contains the 1st coding subsystem, a control processor, and the 2nd coding subsystem. The 1st coding subsystem is used in order to analyze the sequence of a video frame and to derive the information about at least one property of that. The at least one property contains at least one of scene change, picture quality, an activity bit, a target bit rate, and picture type. The value over at least one controllable parameter used when it is combined with the 1st coding subsystem and encodes the sequence of a video frame, in order that a control processor may process the information about at least one property automatically on real time is produced. The 2nd coding subsystem is combined with a control processor in order to receive the value of at least one controllable parameter. The 2nd coding subsystem encodes each frame of the sequence of a video frame using the value to which at least one controllable parameter corresponds, and produces the bit stream of coding video data by it.

[0012] On the further aspect of affairs, this invention consists of the computer

program product which contains an usable medium by computer which has the program code means in which the computer read for using it when encoding the sequence of a video frame is possible. The program code means in the computer program product in which computer read is possible includes the computer read possible program code means for making a computer perform the following. The program code means makes the sequence of a video frame analyze. The information about scene change, picture quality, an activity bit, a target bit rate, and at least one property containing at least one of picture type is made to draw. Since the value over at least one controllable parameter used when encoding the sequence of a video frame is produced, at least one property is made to process automatically. Since the bit stream of the encoded video data is produced, the sequence of a video frame is made to encode using the value of at least one controllable parameter.

[0013] Saying generally, coding by the principle of this invention produces especially the picture quality improved compared with the encoder system of non-adaptability in a low bit rate. This is because it is more critical compared with high bit rate coding in bit rate coding with low using the adaptation bit allocation in inter-frame and a frame. This invention offers the real-time video data coding approach which uses two encoders and real-time statistics processing. Statistics processing is attained in the processor combined between the 1st encoder and

the 2nd encoder, analyzes the statistics generated by the 1st encoder, and generates the coding parameter for the 2nd encoder. Next, the 2nd encoder supplies the video stream into which high quality was highly compressed using the coding parameter. Although MPEG-2 criterion is assumed, the concept shown in this application can be applied to other criteria. The coding technique of this invention can guarantee the semipermanent picture quality of the decoding video sequence in fixed bit rate (CBR) mode, or the fixed picture quality in Variable Bit Rate (VBR) coding mode.

[0014]

[Embodiment of the Invention] General-purpose coding concerning [this invention] a "information technology-animation and the audio information on relation: Video (Information Technology-Generic coding of movingpictures and associated audio information:Video)" was entitled. H.262, ISO/IEC It is related with 13818-2, draft international standards, an MPEG conformity encoder that is described by advice ITU-T of 1994, and a coding process. The coding function carried out by the encoder includes a data input, space compression, motion presumption, macro block type generating, data restructuring, entropy code modulation, and data output. Space compression contains a discrete cosine transform (DCT), quantization, and entropy code modulation. Time amount compression includes a reverse discrete cosine transform, reverse quantization,

and intensive reconstruction processing like a motion compensation. Motion presumption and compensation are used for a time amount compression function. Space compression and time amount compression are repetitive functions with the advanced requirements for count.

[0015] Furthermore, if it says in detail, this invention relates to the system for attaining space and time amount compression especially about the process for carrying out a discrete cosine transform, quantization, entropy code modulation, motion presumption, a motion compensation, space including prediction, and time amount compression.

[0016] The 1st compression step is clearance of space redundancy, for example, clearance of the space redundancy in the still picture of "I" frame picture. Space redundancy is the redundancy in a picture. The approach of the block base of decreasing space redundancy tends to be used for an MPEG-2 draft criterion. The approach of selection is discrete cosine transform coding of a discrete cosine transform and a picture. It is combined with the formation of a load scalar quantity child, and run length coding, and discrete cosine transform coding attains desirable compression.

[0017] A discrete cosine transform is orthogonal transformation. Since orthogonal transformation has the interpretation of a frequency domain, it is filter bank-oriented. A discrete cosine transform is also localized. That is, the sample

of the coding process is carried out in sufficient 8x8 space window to calculate the transform coefficient of 64 pieces, or a sub band.

[0018] Another advantage of a discrete cosine transform is that quick coding and a decode algorithm are usable. Furthermore, subband decomposition of a discrete cosine transform enables the effective activity of a mental vision property.

[0019] There are many frequency multipliers after conversion and especially the multiplier to high spatial frequency is zero. these multipliers -- the shape of zigzag -- or it is composed in the shape of a mutual scanning pattern, and is changed into the pair of the run-amplitude (run-level). Each set expresses the amplitude of the number of zero multipliers, and a non-zero multiplier. This is encoded with a variable-length sign.

[0020] A motion compensation is used in order to decrease the redundancy between pictures, or in order to remove. A motion compensation uses time redundancy nature dividing a current picture for example, into a macro block at a block, and by searching for the picture before transmitted in quest of the block of near which had the same content after an appropriate time. For transmission of only the difference between a current block pel and the prediction block pel extracted from the reference picture, it is compressed actually and transmitted after an appropriate time.

[0021] A motion compensation and the easiest approach of prediction are recording the brightness and the color difference of all pels in the "I" picture, and recording change of the brightness and the color difference over each pixel in a consecutive picture after an appropriate time. However, this is uneconomical in respect of transmission-medium bandwidth, memory, processor capacity, and the processing time, in order that an object may move between pictures (i.e., in order that the content of a pixel may move to a different location in a consecutive picture from one location in one picture). Furthermore, I hear that it predicts using a motion vector where [of a consecutive picture or the picture of precedence] the advanced idea has the block of a pixel by using a precedence picture or a consecutiveness picture, and the result is written as a "prediction picture" or a "P" picture, and it is. Furthermore, if it says in detail, this will be accompanied by performing best presumption or prediction about where [in the i-1st picture or i+1st pictures] the macro block of the pixel of the i-th picture or a pixel is. Using both pictures of consecutiveness and precedence and predicting where [in a medium picture or the "B" picture] the block of a pixel is is also performed.

[0022] It is what should be careful of that picture coding sequence and picture transmission sequence are not necessarily in agreement with a picture display order (refer to drawing 2). In the case of an I-P-B system, input picture

transmission sequence differs from coding sequence, and an input picture must be temporarily memorized until it is used for coding. A buffer memorizes this input until it is used.

[0023] The flow chart which MPEG conformity coding generalized is shown in drawing 1 . In the flow chart, since the image of the i -th picture and the $i+1$ st pictures generates a motion vector, it is processed. A motion vector predicts where [in the picture of precedence or consecutiveness] the macro block of a pixel is. The activities of a motion vector are the indispensable requirements for the time amount compression in an MPEG criterion. As shown in drawing 1 , a motion vector will be used for conversion of a macro block of the pixel from the i -th picture to the $i+1$ st pictures, once it is generated.

[0024] As shown in drawing 1 , in a coding process, the motion vector which is the format of the picture which the image of the i -th picture and the $i+1$ st pictures is processed in an encoder 11, for example, follows the $i+1$ st pictures and it being encoded, and being transmitted is generated. The input image 111 of a consecutiveness picture progresses to the motion presumption unit 43 of an encoder. A motion vector 113 moves and is formed as an output of the presumed unit 43. These vectors are used with the motion compensation unit 41, and search the macro block data called "reference" data for the output by this unit from a precedence picture or a consecutiveness picture. One output of the

motion compensation unit 41 has the sum the output from the motion presumption unit 43, and negative taken, and progresses to the discrete cosine transform machine 21. The output of the discrete cosine transform machine 21 is quantized in a quantizer 23. The output of a quantizer 23 is divided into two outputs 121 and 131. One output 121 progresses to a down-stream element 25 like a run length encoder for the further compression before transmission, and processing. The output 131 of another side progresses to reconstruction of the macro block with which the pixel was encoded, in order to memorize to a frame memory 42. the encoder of instantiation -- this 2nd output 131 -- difference -- in order to reconfigure a macro block (MB) irreversible, the reverse quantizer 29 and the reverse discrete cosine transform machine 31 are passed. This data returns the present macro block data which the sum with the output of the motion compensation unit 41 was taken, and was reconfigured to a frame memory 42.

[0025] As shown in drawing 2 , there is a picture of three types. the whole is encoded, it is transmitted and there is no need that a motion vector is defined -- "-- intra -- there is coding picture" or an "I" picture. The such "I" picture moves and works as a reference image for presumption. It is formed of the motion vector from a precedence picture, and there is the "predicting-coding picture" or the "P" picture which can work as a reference image for motion presumption to the further picture. Finally, it is formed using the motion vector from other two

pictures, i.e., the picture of the one past, and one future picture, and there is the "bidirectional predicting-coding picture" or the "B" picture which cannot work as a reference image for motion presumption. It is generated from the "I" picture and the "P" picture, and a motion vector is used in order to form the "P" picture and the "B" picture.

[0026] One method of performing motion presumption shown in drawing 3 is because the field of the following picture is searched from the macro block 211 of the i-th picture, in order to find the best coincidence macro block 213. If a macro block is changed by this approach, as shown in drawing 4, the pattern of a macro block to the i+1st pictures will be produced. since the i-th picture generates the i+1st pictures by this approach -- for example, a motion vector and difference -- it is changed for a while with data. what is encoded -- a motion vector and difference -- it is data and they are not the i+1st pictures itself. a motion vector -- location change of the image between pictures -- being shown -- on the other hand -- difference -- data show change of change of the color difference, brightness, and saturation, i.e., shading, and an illuminance.

[0027] If it returns to drawing 3, the retrieval for finding good coincidence will be started from the same location of the i-th and the i+1st pictures. A retrieval window is made in the i-th picture. Retrieval is performed in quest of the best coincidence in this retrieval window. If it is found, the best coincidence motion

vector to the macro block will be encoded. When what pixel coding of the best coincidence macro block is displaced in x directions and the direction of y in the following picture, it contains the motion vector which shows whether it becomes the best coincidence. the difference called a "prediction error" -- data are also encoded. difference -- data are the color difference between the present macro block and the best coincidence reference macro block, and the difference of brightness.

[0028] The actuation function of MPEG-2 encoder is explained to the United States patent application 08th for which it applied on April 1, 1997 / No. 831157 in detail.

[0029] As mentioned above, the engine performance and picture quality of an encoder improve by real-time adaptation video coding by the principle of this invention. A video encoder is constituted so that it may be adapted for the video data received as a sequence of a frame. According to one example of this invention, two coding subsystems are used. The important advantage which uses two coding subsystems is being able to analyze a video sequence before real-time coding. Analysis of a video sequence includes calculating one or more statistics which can be derived from video data.

[0030] A statistical method can explain the property that image frames, such as complexity of a frame, an image and an inter-frame motion, scene change, or

fading, are various. Adaptive coding of a video sequence is performed by using the calculated statistic and controlling one or more coding parameters of a real-time coding process. for example, the statistics from which, as for bit allocation, a quantization parameter, coding mode, etc., the property (for example, the content of a scene) of a specific frame was drawn -- following -- every frame -- or it can change for every macro block in a given frame.

[0031] One example of the coding system by the principle of this invention expressed as 300 on the whole is shown in drawing 5 . Here, it is made for convenience the thing of explanation for which an MPEG criterion is assumed. However, probably, it will be clear to this contractor that other implementation approaches and a criterion can use the concept of adaptive coding of this invention. A system 300 contains two coding subsystems (E1) 330 and (E2) 360. By the one implementation approach, like the after-mentioned, although the coding subsystems E1 and E2 have the same hardware, software differs. E1 is programmed to generate the statistic of a request of the non-motion statistic in inter-frame/frame, a motion statistic, etc., i.e., a statistic important for the specific bit rate control algorithm of a coding subsystem (E2). E2 generates a coding frame based on the statistic generated by the coding subsystem E1.

[0032] A series of video frames 310 are received by the frame storage 320 first in actuation. In the frame storage 320, the buffer of one or more frames is carried

out according to the specification (for example, I, IP, IBBP coding) of coding. This is reached by classifying the frame store 320 into a suitable number of picture buffers (determined by picture group (GOP) structure). These partitions are managed by the delay control logic 350. Video frame information is sent to the coding subsystem (E1) 330 after sufficient delay decided by design. E1 draws the information about image statistics, and memorizes this information for every frame to the statistic buffer 340. The delay control logic 350 manages buffering of arrival-of-the-mail video data and an image statistic, and feeds the coding subsystem (E2) 360 with the statistic drawn from the video frame and the statistic buffer 340 from the frame store 320 in order of coding. These statistics are used, and a subsystem E2 outputs the encoded bit stream 370, without delaying only sufficient frame time making it possible to encode a frame accommodative and to generate the statistic about one or more properties of the received video input 310 so that it may mention later.

[0033] The general-purpose coding subsystem 400 is shown in drawing 6 . This subsystem 400 contains the coding engine 410 which consists of the hardware/software for carrying out the hardware / software 420 for calculating the non-motion statistic about the received video data and actual video compression, i.e., motion presumption, motion compression, quantization, variable length coding, etc. The coding subsystem (E1) 330 (drawing 5) uses

both the statistic collection logic 420 and the coding engine 410, and, on the other hand, the coding subsystem (E2) 360 (drawing 5) uses only the coding engine 410. Therefore, the motion statistic based on a motion vector is calculated with the coding engine 410 during the 1st pass of coding in a subsystem E1. Subsequently, the coding subsystem E2 outputs a coding bit stream using the 2nd pass which passes along the coding engine 410.

[0034] The real-time operation of the system by this invention and frame delay of relation are shown in the example of MPEG-2 of a table 1. In this example, it is assumed that there is a B picture between two support pictures (IBPBPBP ...),

and non-motion statistics are collected. The buffer only of the one frame of video data is carried out before statistic count, and the delay between the input of a frame and an output is a maximum of four frames in this example.

[A table 1]

入力	バッファ 1	バッファ 2	バッファ 3	バッファ 4	バッファ 5	E 1	E 2
n	n	-	-	-	-	-	-
n+1	n	n+1	-	-	-	n	-
n+2	n	n+1	n+2	-	-	n+1	-
n+3	n	n+1	n+2	n+3	-	n+2	n (I)
n+4	n	n+1	n+2	n+3	n+4	n+3	n+2 (P)
n+5	n+5	n+1	n+2	n+3	n+4	n+4	n+1 (B)
n+6	n+5	n+6	n+2	n+3	n+4	n+5	n+4 (P)
n+7	n+5	n+6	n+7	n+3	n+4	n+6	n+3 (B)
n+8	n+5	n+6	n+7	n+8	n+4	n+7	n+6 (P)
n+9	n+5	n+6	n+7	n+8	n+9	n+8	n+5 (B)

[0035] Probably, other implementation approaches which used the principle of this invention will be clear to this contractor. For example, it does not have B picture, but video data can input it into the 1st coding subsystem E1 and frame storage at juxtaposition, when a statistic is moreover in a frame.

[0036] The example of the statistic calculated in the coding subsystem E1 will be explained below.

[0037] As mentioned above, the coding subsystem E1 calculates a statistic from image data. Based on these statistics, the prior processing step that a subsystem identifies scene change or fading detection can also be performed. The specific statistic calculated by the subsystem E1 is dependent on the implementation approach of the speed-control algorithm in a subsystem E2. In

MPEG-2 coding, in order to opt for the quantization in the frame for a frame, a wide range usable picture statistic exists. It is also possible to use the statistic from which the statistic indicated below is only given as an example, and another E2 video compression algorithm differed.

[0038] Generally, a frame statistic is divided into two groups, i.e., the statistic in a frame, and an inter-frame statistic. The statistic in a frame is calculated only using the pixel data in a frame, and, on the other hand, an inter-frame statistic is obtained using the image (generally two continuous images) followed from [some of] the image sequence. The statistic in a frame and an inter-frame statistic are further divided into a global amount and a local amount. A global amount describes the property of the whole image frame, and a local statistic is calculated to each macro block of a frame as opposed to each partition of a frame. The statistic shown here is computable from brightness data. However, it is possible to derive the further statistic also from color difference data.

[0039] A. (statistic a) global amount in frame: * between the average pixels of a frame -- difference (AID) -- between two continuous pixels [in / in -AID / the image line of a frame] -- absolutely -- the average of difference -- it is . As AID is high, the detail in a frame is also higher. This amount is calculated by the hardware of a pixel interface when the pixel of a frame passes.

* Average activity (AVACT)-AVACT of a frame is calculated as an average of the

macro block fluctuation in a frame. Macro block fluctuation is reckonable as a statistical average from the pixel value of a macro block. Average activity gives the information about the complexity of a picture.

[0040] (b) Local amount : a local amount is also obtained during count of the global amount of above. Therefore, MB-AID and a MB-AVACT statistic are memorized to each partition (MB), for example, a macro block, and it is usable by the subsystem E2 after an appropriate time because of local adaptive coding of a frame.

[0041] B. an inter-frame statistic -- the statistic of these describes discernment of the noise in the inter-frame relation which the image sequence followed, for example, generating of a motion, scene change, fading, or a macro block.

[0042] (a) global amount:* the average frame of a frame -- difference (AFD) -- between the pixel values in the location where the brightness pixel value of the present picture and precedence frame of -AFD are the same -- absolutely -- the average of difference -- it is .

* Fluctuation of DFD (variation rate a frame difference) In order to obtain DFD in - pixel, the motion vector to each macro block must be calculated using two continuous frames. DFD is the difference between the corresponding pixel values (the variation rate was carried out by the presumed motion vector) in the pixel value in the present frame, precedence, or a consecutiveness frame.

Fluctuation is reckonable as a statistical average of DFD calculated to each pixel of the whole frame.

[0043] (b) Local amount: * Fluctuation of DFD to a macro block Although it is the same as - global amount, fluctuation is calculated to a macro block.

* Fluctuation of a motion vector (difference between adjoining motion vectors)

[0044] C. -- two scene change detection -- it continued -- frame consideration is carried out. The above-mentioned statistic (global and local) can be obtained for every frame. The various possibility for detecting scene change exists. for example, (a) $(AVACT(i) - AVACT(i-1)) > \text{threshold } 1$ it is -- a case -- Frame i -- a new scene -- belonging . A threshold 1 is determined experientially.

(b) $(AID(i) - AID(i-1)) > \text{threshold } 2$ it is -- a case -- Frame i -- a new scene -- belonging . A threshold 2 is determined experientially.

(c) Conditions (a) and (b) should put together.

(d) $(AFD) > \text{threshold } 3$ it is -- a case -- Frame i -- a new scene -- belonging . A threshold 3 is determined experientially.

(e) Scene change detection - Inter-frame statistic.

DFD fluctuation $> \text{threshold } 4$ it is -- a case and $(AID(i) - AID(i-1)) > \text{threshold } 2$ it is -- a case -- Frame i -- a new scene -- belonging . Those thresholds are determined experientially. Only one motion vector is available for a macro block (MB), and since it moreover is not necessarily a true motion vector for each of

that pixel of MB, a threshold 4 must be chosen carefully.

[0045] This is told to a subsystem E2 when scene change is detected. It is answered and any information from the picture of the precedence belonging to the scene of precedence can be disregarded by the subsystem E2. E2 can also reconfigure the coding mode of a picture. For example, the first picture belonging to a new scene can be encoded as an I picture.

[0046] D. Fundamentally, fading detection fading is a late scene change from which a frame changes gradually in contrast with true Sean Katt with a sudden change. Fading has the two following directions. That is, the (1) 1st scene disappears gradually.

(2) The 2nd scene appears gradually.

[0047] The percentage of the difference of the total value between the pixels to a precedence frame can determine existence of fading and its direction. That is, when only the percentage as which the total value of the pixel of a frame N+1 was determined experientially differs from Frame N, fading has arisen. The sign [the direction] of magnitude, i.e., determined by whether it is larger than zero or small. This is told to E2 when fading is detected.

[0048] As mentioned above, although it can have the same coding engine architecture as the coding subsystem E1, statistic collection hardware / software is not used for the coding subsystem E2. Adaptive coding of a frame sequence is

performed the rate control algorithm of a coding engine, i.e., by using the statistic in which the above was generated. This is 2 step process.

[0049] First, according to a bit rate, coding mode, and the relative property between frames, bit allocation is defined for every picture. Next, a corresponding quantization parameter (QUANT) is defined. In a bit stream compatible with MPEG-2, a QUANT value can change for every macro block, and makes local adaptive quantization in a frame possible. according to this invention -- the above-mentioned global amount -- using it -- every picture -- the -- a 1 global QUANT value is defined. Next, the QUANT value over a specific macro block is acquired by adjusting a global QUANT value based on the local statistic of the macro block.

[0050] It is possible detecting scene change within the coding subsystem E1, and by getting to know a picture statistic in advance to abandon the information from the precedence picture belonging to a precedence scene after detection of scene change. For example, a new picture group (GOP) can be started from a new scene. Instead of using the parameter from an old scene, it is possible to calculate the global QUANT value over the new frame of GOP by using the initial rate control parameter defined in advance.

[0051] When fading is detected by the subsystem E1, a subsystem E2 can answer it and can change the coding mode of a frame, using the proper

reference frame for motion presumption / compensation. all macro blocks in that
an example of this forces I picture, P, or B picture -- intra -- you may be encoding
as a - macro block.

[0052] Local adaptive quantization is also possible. The object of this approach
will be being between macro blocks and distributing the assigned bit based on
the content of a scene. One possible approach is using AVACT of the present
picture which should be encoded. MB-AVACT to each macro block is also
memorized by the statistic buffer. The QUANT value of MB is acquired by
adjusting a global QUANT value by the ratio of AVACT and MB-AVACT. For
example, about Picture AVACT, when high, it is increased by QUANT of a macro
block of this specification about global QUANT, and macro block activity
decreases, when activity is low.

[0053] It is usable also in order to identify the macro block whose noise in a
picture a local statistic has according to the adaptive-coding system of this
invention. A macro block has a high DFD value, and when activity is also high, a
thing with a noise and declaration are possible for the macro block. It can
encode with a high QUANT value, consequently bit economization produces the
macro block with a noise. The surplus bit is usable in order to encode the macro
block without the noise in a frame. Therefore, the overall quality of a picture is
improved.

[0061] The input video data to the coding subsystem E2 is the same as it to the coding subsystem E1, if delay 530 is removed. Delay enables it for the coding subsystem E1 to process two pictures, and to generate the average over one or more properties of those pictures. This delay also makes it possible to generate the set of a new parameter to the present picture by which a control processor analyzes the statistic from the coding subsystem E1, and should be processed in the coding subsystem E2.

[0062] It is desirable to collect the statistics about all the pictures by which a control processor is processed in the coding processor E1. Collection (block 600) of this statistic contains the statistic of scene change and picture quality in the one example. Another statistic considered contains the bit used, a picture type, a target bit rate, the average picture Mquant, etc. By the routine of drawing 9, a control processor identifies whether whether it having the content as the last picture with the same given picture first and the present picture belong to a new scene (block 610). When the present picture does not belong to the same scene, a coding parameter is reset based on the picture complexity of the present picture (block 620). These reset coding parameters are supplied to a buffer (block 660), and wait for the output to the 2nd coding subsystem 540, and the activity by the 2nd coding subsystem 540 as mentioned above.

[0063] When the content of the present picture is the same as the content of the

precedence picture (i.e., when there is no scene change), a coding parameter may be based on information from the precedence picture same type in the scene. For example, the routine of drawing 9 uses "picture quality", in order to define one or more parameters. Picture quality means whether the superfluous bit was used by the 1st coding subsystem, in order to encode the present picture. (The coding parameter used by the subsystem E1 may be used by the subsystem E2, in order to encode a precedence frame, and it may constitute a criteria parameter set) .

[0064] A picture quality threshold is defined in advance and can be experientially derived by this contractor. For example, the threshold can be defined based on a desired bit rate and the desired content of a picture. The approach of measuring picture quality may determine a signal-to-noise ratio. A typical moderate signal-to-noise ratio is in the range of 30 thru/or 40db(s). In the one example, "picture quality" can be determined by comparing the frame after coding and decode with the frame of an original copy into which it was inputted by the 1st coding subsystem E1. A control processor determines first whether the present picture quality (namely, output quality from E1) exceeds the threshold of a prior definition (block 630). When it exceeds a threshold, the bit used by the present picture can be taken for the still more complicated picture in the sequence of video data.

[0065] For example, a control processor collects and accumulates the average Mquant used by the picture of a given scene, the average quality, and a picture statistic like an average bit. These statistics about the picture of the present scene newly encoded by E1 are measured with an average scene statistic in order to determine the approach which should refine the coding parameter of the present picture. Therefore, a control processor learns the control parameter of the present picture from the history of a scene for the activity by the 2nd coding subsystem E2, and adjusts it.

[0066] The amount of accommodation relates to the newest Mquant ("precedence Mq") and the average Mquant same picture type ("Av Mq") in this example. When quality is higher than a target quality threshold, it must be increased by Mquant in order to lessen bit consumption. When quality is lower than a target quality threshold, it is necessary to decrease Mquant conversely with it. The amount of the increment or reduction is the difference of the updated average Mquant and the average Mquant of precedence. The convergence to a target quality threshold is attained by this accommodation.

[0067] Therefore, when picture quality exceeds the threshold defined in advance, the present Mquant (namely, the "next Mq") which should be used by the 2nd coding subsystem is defined as the sum of the difference of the new average Mquant and the average Mquant of precedence, and the newest Mquant

(precedence M_q). The new average M_{quant} is equalized over the history of the picture same picture type in the present scene in which the present picture is contained to the present picture which should be encoded by the 2nd coding subsystem. The average M_{quant} of precedence is the same average before the present picture. case the output quality from the 1st coding subsystem is smaller than the threshold of a prior definition -- the same difference -- a value is used as offset. in order [in this case,] to make small M_{quant} which should be used by the 2nd coding subsystem and for it to raise picture quality -- that difference -- a value is subtracted from M_{quant} of precedence (block 650). As shown in drawing 9 , the buffer of a degree or the present M_{quant} is carried out for the activity by the 2nd coding subsystem E2 (block 660).

[0068] An old history is unapplicable ability when the present picture is initiation of a new scene. Therefore, the new set of a control parameter must be checked based on the complexity of the present picture. Subsequently, since the new set of this control parameter generates collection and the statistic refinement-ized based on output quality, the 1st coding subsystem E1 is given. Therefore, according to the output of the 1st picture of the scene in the coding subsystem E1, the control parameter to the 2nd picture of the scene is adjusted by the upper part or the lower part. A weighted mean is carried out so that the output statistic of pictures 1 and 2 may form the initiation history to a new scene, and

the control parameter of a picture 1 is drawn as mentioned above for the 2nd coding subsystem E2.

[0069] Mquant picture type [each] following scene change is based on Mquant of I picture following the scene change. For example, a definition can be given as 1.2 Mquant (I) the first stage Mquant to P picture; and can be given as 2 Mquant (I) the first stage Mquant to B picture. Once the Mquant value per picture type is initialized, a subsequent Mquant value is based on the average of the precedence Mquant same picture type, and the complexity of the present picture. If the histories of Mquant are collected for every picture type, it is refined until scene change arises, and scene change arises, reinitialization of the Mquant will be carried out.

[0070] As mentioned above, the video coding sequence (input data) delayed synchronous to the 2nd coding subsystem E2 with which actual coding is performed is supplied. The delay can change from few things of one frame to a number of frames which a system can memorize in memory. When the statistical analyses over many frames are desirable application, it may become impractical to carry out the buffer of many video frames. However, bigger frame delay can be realized, without adding the memory of a large quantity using the two video sources and by [to the 2nd coding subsystem E2 by the source] delaying initiation of supply. Real-time data can be encoded by suitable adjustment of the

input data delayed by such techniques, and a statistic. In the last step, the 2nd coding subsystem E2 accepts the coding parameter from a control processor, applies them to the present picture, and produces the MPEG-2 Variable-Bit-Rate (VBR) compression video stream of high quality and a low bit rate. Also although this invention is explained about VBR application and it excels, probably, a thing extensible so that the indicated technique may improve the quality of fixed bit rate (CBR) coding will be clear to this contractor. By tuning up statistical analyses and a coding parameter for CBR application, it is possible to perform this.

[0071] Probably, compared with an encoder [adapted] system, it will be distinct from the above-mentioned explanation that picture quality is improved especially in the case of a low bit rate to this contractor as a result of coding according to the principle of this invention. This is because it is more critical compared with higher bit rate coding in bit rate coding with low using the adaptation bit allocation in inter-frame and a frame. Furthermore, the coding technique of this invention can guarantee the semipermanent picture quality of coding/decode video sequence in fixed bit rate (CBR) mode, or the fixed picture quality in Variable Bit Rate (VBR) coding mode.

[0072] furthermore, this invention -- for example, a computer -- it is also possible to be contained in the manufacture (for example, one or more computer program

products) which has an usable medium. The medium incorporates the computer read possible program code means for offering and promoting the function of this invention. Those manufactures are contained as some computer system, or can be sold to an exception individual.

[0073] The flow chart shown in this application is given as an example. The step or operation indicated by these flow charts or this application can be changed without deviating from the pneuma of this invention. For example, depending on the case, a step can be carried out in another sequence, and a step may be added, deleted or corrected. It is thought that all of these modification constitute a part of this invention indicated by the claim.

[0074] As a conclusion, the following matters are indicated about the configuration of this invention.

[0075] (1) Make it the approach for encoding the sequence of a video frame. (a) Use the 1st coding subsystem and the sequence of a video frame is analyzed. The step which derives the information about scene change, picture quality, an activity bit, a target bit rate, and at least one property containing at least one of picture type, (b) The step which generates the value of at least one controllable parameter which processes said at least one property automatically, and is used by coding of the sequence of a video frame, (c) Approach containing the coding step which encodes the sequence of said video frame with the 2nd coding

subsystem using the value of said at least one controllable parameter.

(2) Said at least one property is an approach given in the above (1) characterized by disregarding the information from the precedence frame in the sequence of said video frame when said step (b) evaluates each frame automatically to scene change including scene change and it determines the value of said at least one controllable parameter at the time of detection of scene change.

(3) For said step (b), said at least one property is an approach given in the above (2) characterized by comparing said picture quality with the threshold of a prior definition automatically about each frame with which scene change was not detected including picture quality further.

(4) Said step (b) is an approach given in the above (3) characterized by including the step which sets up the value of said at least one controllable parameter so that the number of the bits for encoding each frame at said step (c) is further increased when said picture quality is lower than the threshold of said prior definition, and it may decrease, when said picture quality is higher than the threshold of said prior definition.

(5) Said at least one controllable parameter receives each frame including a quantization parameter. When said picture quality is lower than the threshold of said prior definition, said quantization parameter From the precedence

quantization parameter of the precedence frame in the sequence of said video frame. It defines as what reduced the difference between a new average quantization parameter and a precedence average quantization parameter. Said new quantization parameter contains the average quantization parameter to all the frames of the present scene containing the present frame. Said precedence average quantization parameter contains the average quantization parameter to all the frames of the present scene of a before [the present frame]. It is an approach given in the above (4) characterized by defining said quantization parameter as the sum with the difference of said precedence average quantization parameter, said new average quantization parameter, and said precedence average quantization parameter when said picture quality is higher than said threshold.

(6) Step which carries out the buffer of the value of said at least one controllable parameter. Approach given in the above (4) characterized by including further the step which delays the sequence of said video frame synchronizing with said step which carries out a buffer so that the value of at least one controllable parameter corresponding to the present frame and it may be simultaneously supplied to said 2nd coding subsystem.

(7) Make it the system for encoding the sequence of a video frame. The sequence of a video frame is analyzed. Scene change, picture quality, An

activity bit, a target bit rate, and the 1st coding subsystem that derives the information about at least one property containing at least one of picture type, Connect with said 1st coding subsystem and it connects with the control processor which generates the value of at least one controllable parameter which processes the information about said at least one property, and is used in coding of the sequence of a video frame, and said control processor. The system containing the 2nd coding subsystem which encodes the sequence of said video frame for the value of said at least one controllable parameter using reception and this value, and generates the bit stream of coding video data.

(8) The bit stream of said coding video data is a system given in the above (7) characterized by including the bit stream of a Variable Bit Rate or a fixed bit rate.

(9) for said control processor, said at least one property be a system given in the above (7) characterize by to supervise each frame of the sequence of said video frame automatically about said scene change, to disregard the information from one or more precedence frames which can be set to the sequence of said video frame at the time of detection of scene change, and to include a means determine the value of said at least one controllable parameter including scene change.

(10) For said control processor, said at least one property is a system given in the above (9) characterized by including the means for comparing the picture

quality with the threshold of a prior definition automatically about each frame with which scene change was not detected including picture quality further.

(11) Said control processor so that the number of the bits used by said 2nd coding subsystem in coding of each frame may be increased, when said picture quality is still lower than the threshold of said prior definition And a system given in the above (10) characterized by including the means for setting up automatically the value of said at least one controllable parameter so that the number of said bits may decrease when said picture quality is higher than the threshold of said prior definition.

(12) Said at least one controllable parameter receives each frame including a quantization parameter. When said picture quality is lower than the threshold of said prior definition, said control processor Said quantization parameter from the precedence quantization parameter of the precedence frame in the sequence of a video frame The means for giving a definition as what reduced the difference between a new average quantization parameter and a precedence average quantization parameter is included. Said new average quantization parameter contains the average quantization parameter to all the frames of the present scene containing the present frame. Said precedence average quantization parameter contains the average quantization parameter to all the frames of the present scene of a before [the present frame]. When said picture quality is

higher than said threshold, said control processor said quantization parameter A system given in the above (11) characterized by including the means for giving a definition as the sum with the difference between said precedence quantization parameter, said new average quantization parameter, and said precedence average quantization parameter.

(13) A system given in the above (11) characterized by including further the means for delaying the sequence of said video frame synchronizing with buffering of said value so that the means for carrying out the buffer of the value of said at least one controllable parameter and the value of at least one controllable parameter corresponding to the present frame and it may be simultaneously supplied to said 2nd coding subsystem.

(14) Make it the computer program product for using it including the computer usable medium which has the program code means in which computer reading is possible, when encoding the sequence of a video frame. The program code means in which said computer reading is possible A computer is made to analyze the sequence of said video frame. To the program code means which the 1st can computer read for deriving the information about scene change, picture quality, an activity bit, a target bit rate, and at least one property containing at least one of picture type, and a computer The program code means which the 2nd can computer read for generating the value of at least one

controllable parameter which is made to process said at least one property automatically, and is used by coding of the sequence of a video frame, The computer program product characterized by using the value of said at least one controllable parameter, and including the program code means which the 3rd which makes a computer encode the sequence of said video frame can computer read.

Said at least one property includes scene change. The program code means which the 2nd can computer read [said] (15) To a computer Each frame is made to supervise automatically about scene change. At the time of detection of scene change A computer program product given in the above (14)

characterized by including the means for the information from the precedence frame in the sequence of a video frame being disregarded, and determining the value of said at least one controllable parameter.

(16) For the program code means which the 2nd can computer read [said], said at least one property be a computer program product given in the above (15) characterize by to include the program code means in which computer reading for make a computer compare the picture quality of the frame concerned with the threshold of a prior definition automatically to each frame with which scene change be detect be possible including picture quality further.

(17) The program code means which the 2nd can computer read [said]

Furthermore, so that the number of the bits used in coding of each frame may be increased, when said picture quality is lower than the threshold of said prior definition And when said picture quality is higher than the threshold of said prior definition, so that the number of said bits may decrease A computer program product given in the above (16) characterized by including the program code means in which computer reading for making the value of said at least one controllable parameter set it as a computer automatically is possible.

(18) Said at least one controllable parameter receives each frame including a quantization parameter. When said picture quality is lower than the threshold of said prior definition, said quantization parameter From the precedence quantization parameter of the precedence frame in the sequence of a video frame It is defined by the program code means as what reduced the difference between a new average quantization parameter and a precedence average quantization parameter which the 2nd can computer read [said]. Said new average quantization parameter contains the average quantization parameter to all the frames of the present scene containing the present frame. Said precedence average quantization parameter contains the average quantization parameter to all the frames of the present scene of a before [the present frame]. When said picture quality is higher than said threshold, said quantization parameter A computer program product given in the above (17) characterized by

what is defined as the sum with the difference between said precedence quantization parameter, said new average quantization parameter, and said precedence average quantization parameter.

(19) A computer program product given in the above (17) characterized by including further the program code means in which computer reading for delaying the sequence of said video frame to a computer synchronizing with buffering of said value be possible in order to carry out the buffer of the value of said at least one controllable parameter and to guarantee the simultaneous-availability of the value of at least one controllable parameter corresponding to the present frame and it.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The flow chart of the general-purpose MPEG-2 comp rye ANTO encoder 11 is shown. An encoder 11 contains the discrete cosine transform machine 21, a quantizer 23, the variable-length encoder 25, the reverse quantizer 29, the reverse discrete cosine transform machine 31, the motion compensation machine 41, a frame memory 42, and the motion presumption

machine 43. data pass -- the i-th picture input 111 and difference -- the feedback picture 131 to data 112, a motion vector 113 (as opposed to the motion compensation machine 41 and the variable-length encoder 25), the picture output 121, motion presumption, and compensation and the picture 101 by which the motion compensation was carried out are included. The i-th picture's existing in a frame memory or the frame store 42 and the i+1st pictures move, and this drawing has an assumption that it is going to encode with the presumed vessel.

[Drawing 2] Motion prediction of the forward direction and hard flow is shown in the example of I, P and B pictures, those displays, and transmission sequence, and a list.

[Drawing 3] Retrieval from the motion presumption block in the present frame or a picture to the best coincidence block in consecutiveness, a precedence flake, or a picture is shown. An element 211 and 211' The same location in both pictures is expressed.

[Drawing 4] The block of the precedence picture adjusted after using migration of the block which followed the motion vector from the location in a precedence picture to a new picture, and a motion vector is shown.

[Drawing 5] The flow chart of the coding subsystem 300 which uses the 1st coding subsystem E1 and the 2nd coding subsystem E2 according to the

principle of this invention is shown. A subsystem E1 is constituted so that the statistic about one or more properties of the sequence of the frame which should be encoded may be derived. These properties are used by the subsystem E2, and the sequence of the frame is made to encode accommodative so that picture quality or coding performance may be optimized.

[Drawing 6] It is drawing which the coding subsystem by this invention generalized. The non-motion statistic collection 420 and the coding engine 410 are used for a subsystem E1, and since a non-motion statistic, and between motions / statistic in a motion are generated, it is used, and on the other hand, a subsystem E2 generates a coding bit stream using the coding engine 410, respectively.

[Drawing 7] It is the block diagram of another example of the coding system 500 by the principle of this invention. A system 500 uses the 1st coding subsystem (E1) 510 and the 2nd coding subsystem (E2) 540 which were connected through the control processor 520. A subsystem E1 is constituted so that the statistic about one or more properties of the sequence of the frame which should be encoded may be derived. These properties generate dynamically the value over one or more controllable parameters which should be used by the subsystem E2, when it is analyzed statistically and encodes the present frame of the sequences of a frame with a control processor 520, and they optimize picture quality or

coding performance by it.

[Drawing 8] It is a general-purpose flow chart based on this invention. Here, a series of video data are inputted into a subsystem E1. A subsystem E1 generates the information about scene change, picture quality, the bit used, a picture type, or a target bit rate. This information is sent to a control processor (CP) 520, and that control processor supplies a quantization parameter (Mquant) to the 2nd coding subsystem (E2) 540 in this example. Moreover, a subsystem 540 receives as an input the delay version with which the sequence of video data synchronized.

[Drawing 9] In order to use it in control of coding of the sequence of the video data based on the 2nd coding subsystem E2, when generating one or more parameters, it is the flow chart of one example of the statistics processing carried out by the control processor (CP).